

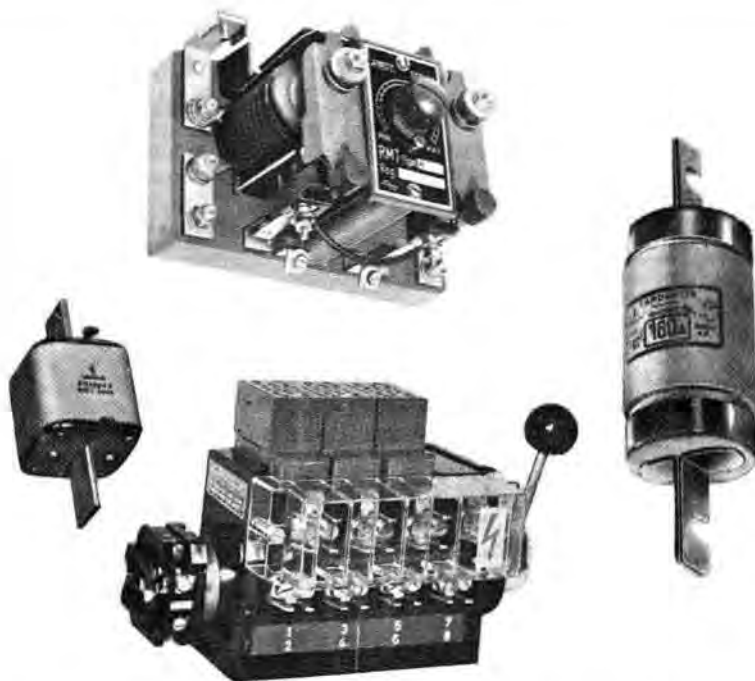
ELECTRICIDAD INDUSTRIAL



WWW.AUTOAPRENDIZAJE.INFO

INDICE DE MATERIAS

1. Elementos de protección e interruptores	7
2. Aparellaje para telemando	15
3. Temporizadores	23
4. Cálculo de líneas	27
5. Transformadores	35
6. Reostatos de arranque	45
7. Tablas	53
8. Generalidades sobre motores	61
9. Diversas formas de arranque de motores trifásicos	85
10. Motores de corriente continua	113
11. Máquinas eléctricas	119
12. Electrónica industrial	127
13. Lógica eléctrica	149
14. Iluminación industrial	169
15. Procesos electroquímicos	187
16. Mantenimiento eléctrico	193
17. Aparatos de medida	199
18. Física eléctrica	205



1 ELEMENTOS DE PROTECCION E INTERRUPTORES

- Generalidades sobre fusibles
- Fusibles calibrados
- Elección del fusible
- Cálculo sencillo de fusibles
- Tabla de intensidades aproximadas de protección y de fusión de hilos para fusibles
- Tabla de secciones de conductores y fusibles para motores trifásicos
- Relé diferencial
- Relé accionado por sobreintensidad
- Relé accionado por intensidad inferior a la debida
- Contactos accionados por intensidad
- Contactos accionados por tensión
- Interruptor accionado manualmente, con desconexión por sobretensión
- Interruptor accionado manualmente, con desconexión por baja tensión
- Interruptor trifásico manual con protección térmica
- Interruptor trifásico manual con protección magnetotérmica
- Contactor trifásico con protección térmica
- Contactor trifásico con protección magnetotérmica

APARATOS DE PROTECCION E INTERRUPTORES

FUSIBLES

Todas las instalaciones deberán estar protegidas por cortacircuitos fusibles, o por automáticos de máxima, que aseguren la interrupción de corriente para una intensidad anormal, sin dar lugar a formación de arcos ni antes ni después de la interrupción. Los cortacircuitos fusibles deberán ir colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión, sin peligro alguno.

Todo fusible debe llevar marcada la intensidad y tensión nominal de trabajo para la que ha sido contruido.

Los fusibles deben cumplir las condiciones siguientes:

1. Resistir durante una hora, una intensidad igual a 1,3 veces el valor nominal, para secciones de conductor de 10 mm² en adelante y 1,2 veces la de su valor nominal para secciones inferiores a 10 mm².
2. Fundirse en menos de media hora, con una intensidad igual a 1,6 veces la de su valor nominal, para secciones de conductor de 10 mm² en adelante, y 1,4 veces de su valor nominal para secciones inferiores a 10 mm². La intensidad nominal del fusible será, como máximo, igual al valor de la intensidad máxima de servicio del conductor protegido.

En las instalaciones empotradas, todos los cortacircuitos deben estar perfectamente localizados y ser accesibles, y nunca en cajas de empalme o registros, ocultos por enlucido, pintura, papel o elementos decorativos.

En las instalaciones de dos o más conductores activos, además del neutro, se colocarán cortacircuitos en todos los conductores activos y no se colocarán en el neutro.

Cuando se coloquen fusibles que sean solidarios entre sí, deberán estar separados por materia aislante e incombustible.

En las instalaciones que utilicen en el mismo circuito conductores de distintas secciones y en las que solamente se coloque un cortacircuito de entrada, la intensidad de ruptura del mismo será la que corresponda al conductor de menor sección empleado.

Si se dispone de varios cortacircuitos, su disposición e intensidad de ruptura asegurará que ningún conductor deje de estar protegido por aquéllos, de tal forma que la corriente máxima no pueda pasar del valor adecuado a su sección, en el punto más próximo posible a su empalme con los de mayor sección.

Cuando la corriente en régimen normal de la instalación, provocada por todos los receptores que puedan funcionar simultáneamente sea superior a 24 A por conductor activo, deberá colocarse un cuadro de distribución, lo más cerca posible del punto de alimentación de la instalación, en el que se dispondrá de interruptor general y sus correspondientes cortacircuitos, así como de un cortacircuito en cada una de las derivaciones que partan de dicho cuadro. En las instalaciones cuya corriente de régimen normal sea menor a la señalada en el párrafo anterior, podrá prescindirse del cuadro del interruptor que en el mismo se menciona, pero, en este caso, los fusibles de entrada serán de un tipo portafusibles móvil, apropiado para que pueda retirarse éste de tal modo que quede aislada la instalación de la red.

En las grandes instalaciones es conveniente que cada derivación que parta del cuadro de distribución tenga en él su correspondiente interruptor.

FUSIBLES CALIBRADOS

Como se ha indicado arriba, los fusibles serán adecuados a la corriente que circula por el circuito que protegen.

Los fusibles para una misma intensidad nominal pueden fundir a diferentes valores de intensidad, dependiendo de si son de efecto rápido, lento o retardado. Así se tiene, que un fusible de efecto rápido funde a 2,5 veces la intensidad nominal (In), mientras que otro de efecto retardado funde a 8 veces In.

El arranque directo de un motor en carga absorberá durante el periodo de arranque, entre 5 y 7 veces In, por lo que se le pondrá un fusible de efecto retardado.

En un arranque por resistencias, con una I de 2,5 veces el valor nominal, se pondrá un fusible de efecto rápido.

En cada caso deberá tenerse en cuenta el tipo de arranque, la carga del motor y la marca del fusible (su distintivo) utilizado.

La duración del arranque es factor a tener muy presente en la elección del tipo de fusible a utilizar.

ELECCION DEL FUSIBLE

A continuación se citan diversos tipos de arranque con su duración.

1. Arranque directo
El periodo de arranque dura entre 5 y 12 segundos, pudiendo alcanzar la intensidad de arranque unas 6 a 7 veces la I_n .
2. Arranque indirecto por medio de resistencias y otras formas de reducción de intensidad, como son arranque por autotransformador y λ - Δ . La duración del arranque varía entre 15 y 30 segundos, con una intensidad absorbida de unas 2,5 veces I_n .
3. Se puede incluir en este tercer grupo a motores que pueden accionar máquinas de media y gran potencia, tales como molinos, mezcladoras, compresores, bombas de pistón, punzonadoras, martillos de forja, etc., con servicios inferiores a 30 maniobras por hora.
4. Incluye a motores que accionan máquinas de poca inercia pero con arranques sucesivos que dificultan la refrigeración de los fusibles, tales como tornos, taladradoras, roscadoras, etc., con servicios de hasta 150 maniobras por hora.
5. Ascensores, montacargas, grúas, aparatos de elevación, etc., sometidos a servicio normal.
6. Otros casos:
 - a. Cuando el número de servicios a efectuar por el motor sea muy elevado, tal como, servicio intensivo de grúas, tornos automáticos, etc.
 - b. En el caso de motores que accionan máquinas que no hayan pasado el periodo de rodaje.
 - c. Cuando la temperatura de ambiente sea superior a 30°.

CARTUCHOS PARA FUSIBLE

Están formados por:

- Un cuerpo aislante de esteatita antihigroscópica con una elevada resistencia a los esfuerzos dinámicos y térmicos.
- Elemento fusible de plata pura, en forma de lámina con diseño especial para el retardo.
- Cápsulas plateadas que presentan amplia superficie de contacto de la base portafusible. Estas cabezas están perfectamente rebordadas sobre un encaje que presenta el cuerpo de esteatita, ofreciendo por tanto una sólida unión con el mismo.
- Cámara de fusión llena con arena de cuarzo que rodea al elemento fusible, quedando bien precintada por dos tapones de amianto.

CLASES DE SERVICIO DE LOS FUSIBLES PARA BAJA TENSION

1. En función del objeto a proteger

Tipo de fusible	Campo de aplicación del fusible
L	Cables y conductores. Pasarán a dominarse G (de uso general).
M	Aparatos de maniobra.
R	Semiconductores.
B	Instalaciones mineras.
Tr	Transformadores.

2. En función del campo de desconexión y el objeto de la protección

Tipo de fusible	Campo de aplicación del fusible
gG/gL	Protección de uso general para aparatos de maniobras.
aM	Protección de uso parcial para aparatos de maniobras.
aR	Protección de uso general para semiconductores.
gR	Protección de uso general para semiconductores.
gB	Protección de uso general para instalaciones mineras.
gTr	Protección de uso general para transformadores.

TABLA Nº 1

Intensidades aproximadas de protección y de fusión de hilos para fusibles

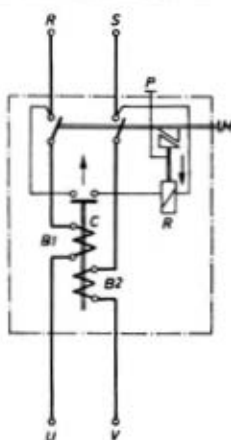
Diámetro fusible	ALUMINIO		COBRE	
	In. protección Amp.	In. fusión Amp.	In. protección Amp.	In. fusión
0,2	2,75	3,45	5,75	7,15
0,3	5,05	6,30	10,50	13,15
0,4	7,80	9,80	16,35	20,45
0,5	10,75	13,45	22,50	28,10
0,6	14,00	17,50	29,20	36,50
0,7	17,90	22,40	37,35	46,70
0,8	22,10	27,65	46,10	57,60
0,9	26,20	32,75	54,60	68,25
1,0	30,80	38,50	64,25	80,30
1,1	35,55	44,45	74,15	92,70
1,2	40,50	50,60	84,40	105,50
1,3	45,60	57,05	95,20	119,00
1,4	50,95	63,70	106,30	132,85
1,5	56,55	77,70	117,95	147,45
1,8	74,50	93,10	155,30	194,15
2,0	87,10	108,85	181,60	227,00
2,2	98,55	123,20	205,60	257,00
2,5	120,10	150,15	250,50	313,15
3,0	159,90	199,85	333,50	416,80

TABLA Nº 2

Secciones de conductores y fusibles para motores III

POTENCIA		220 V			380 V		
CV	KW	Amperios por fase aprox.	Sección del conductor mm² (1)	Corriente nominal fus. Amp.	Amperios por fase aprox.	Sección del conductor mm² (1)	Corriente nominal fus. Amp.
0,33	0,25	2,4	3 x 1	3	0,85	3 x 1	2
0,6	0,45	2,25	3 x 1,5	3	1,3	3 x 1	3
1	0,75	3,5	3 x 2,5	6	2	3 x 1,5	3
1,5	1,1	5	3 x 2,5	8	3	3 x 2,5	6
2	1,5	6,5	3 x 2,5	8	4	3 x 2,5	6
3	2,2	9	3 x 2,5	15	5	3 x 2,5	8
5	3,7	15	3 x 4	20	9	3 x 2,5	15
7,5	5,5	22	3 x 6	30	13	3 x 4	20
10	7,5	26	3 x 10	35	15	3 x 4	20
15	11	39	3 x 16	50	23	3 x 10	30
20	15	53	3 x 25	70	31	3 x 10	40
25	18,5	62	3 x 25	80	36	3 x 16	45
30	22	75	3 x 35	100	44	3 x 16	60
40	29,5	105	3 x 50	175	64	3 x 26	80
50	37	125	3 x 50	250	73	3 x 35	100
60	44,4	150	3 x 95	250	87	3 x 50	110
75	55,2	185	3 x 95	250	108	3 x 95	175

(1) Para derivaciones cortas.



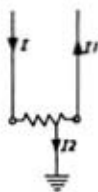
(1)

1. RELE DIFERENCIAL

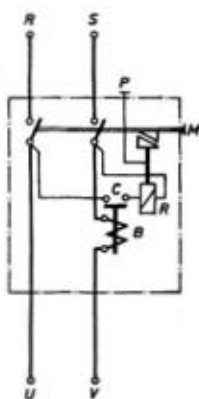
Las bobinas B1 y B2 son iguales y contrarias, es decir, que el campo magnético producido por ambas se anula en circunstancias normales, por lo que el contacto C no puede ser accionado.

El interruptor es accionado manualmente, quedándose enclavado por medio de un dispositivo mecánico. Puede ser abierto el circuito pulsando en P. Cuando la intensidad en una de las bobinas, caso indicado en el detalle, es superior a la existente en la otra, hay en el circuito una diferencia magnética, la cual es suficiente para accionar el contacto C, dando paso a la corriente que alimenta a la bobina del electroimán R, el cual, al mover su armadura, desenclava el interruptor manual abriéndose el circuito.

La finalidad de este aparato es la de proteger circuitos que tengan derivación a masa.



2. RELE ACCIONADO POR SOBREINTENSIDAD



(2)

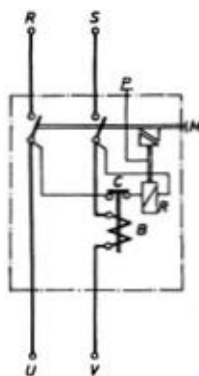
Estando el circuito en servicio y el interruptor cerrado, si la intensidad absorbida por el circuito sobrepasa el ajuste hecho al mismo, la bobina B acciona el contacto C a través del cual se alimenta la bobina R del electroimán encargado de desenclavar los contactos, abriendo el circuito.

El interruptor puede ser abierto pulsando en P. El arranque se hará pulsando en M.

3. RELE ACCIONADO POR INTENSIDAD INFERIOR A LA DEBIDA

Al conectar el circuito pulsando en M, si la intensidad absorbida está por encima del mínimo, se abre el contacto C con lo que R no se excita y los contactos quedan enclavados y cerrados.

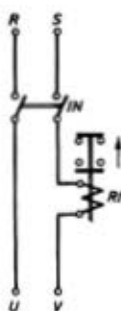
Si el consumo desciende por debajo del mínimo, el contacto C se cierra, con lo que la bobina R desenclava el interruptor, abriéndose el circuito.



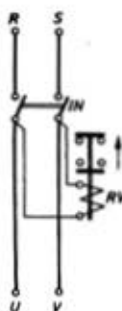
(3)

4. CONTACTOR ACCIONADO POR INTENSIDAD

Cuando la intensidad que pase por el circuito sea superior a la reglada, cambiará la posición de los contactos.



(4)



(5)

5. CONTACTOS ACCIONADOS POR TENSION

Al igual que en el caso anterior, al haber una sobretensión cambiará la posición de los contactos.

6. INTERRUPTOR CON PROTECCION CONTRA SOBRETENSION

Interruptor con conexión manual y desconexión automática en caso de sobretensión.

La desconexión, en condiciones normales de tensión de la red también es manual al igual que la conexión.

7. INTERRUPTOR CON PROTECCION CONTRA BAJA TENSION

Interruptor con conexión manual y desconexión automática en caso de descenso de tensión.

La desconexión en condiciones normales de tensión de la red, también es manual, al igual que la conexión.

8. INTERRUPTOR TRIFASICO MANUAL CON PROTECCION TERMICA

Las maniobras de conexión y desconexión se realizan manualmente.

El interruptor se desconectará en caso de una sobreintensidad en el circuito, bien sea en una fase o en las tres.

Los relés de tipo térmico defienden al circuito de intensidades por encima de la de régimen, sin llegar al cortocircuito (sobreintensidad).

El que un circuito lleve protección térmica o magnética, no excluye el que el circuito lleve cortacircuito.

9. INTERRUPTOR TRIFASICO MANUAL CON PROTECCION MAGNETOTERMICA

Las maniobras de conexión y desconexión se realizan manualmente.

Al igual que en el caso anterior, este relé defiende al circuito que alimenta, de sobreintensidades sin llegar al cortocircuito.

Este tipo de protección se utiliza para circuitos que alimentan receptores de elevada potencia (intensidades).

10. CONTACTOR CON PROTECCION TERMICA

El contactor dispone de mando incorporado y protección térmica.

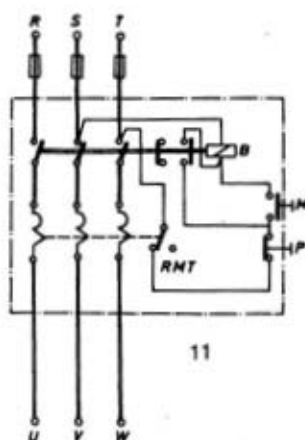
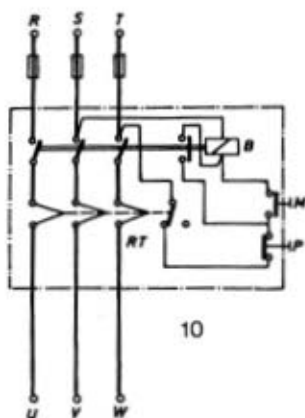
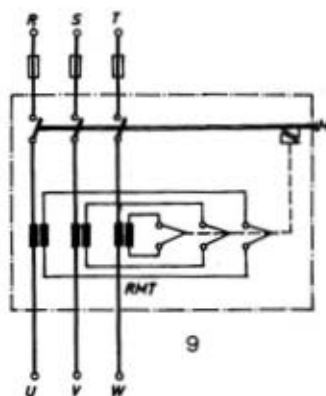
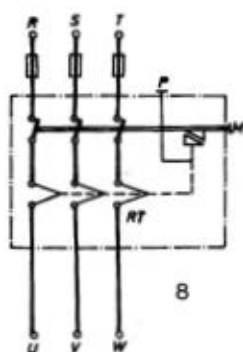
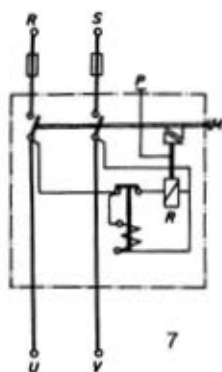
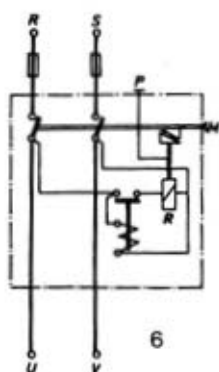
Para poner en marcha, pulsar en M. Para parar en P.

Cuando una sobreintensidad es acusada por el relé durante el tiempo suficiente para que el bimetálico se caliente, hace que con dilatación empuje a un contacto, haciendo la desconexión del circuito de realimentación de la bobina y con ello la abertura del circuito.

11. CONTACTOR CON PROTECCION MAGNETOTERMICA

El contactor dispone de mando incorporado y protección magnetotérmica.

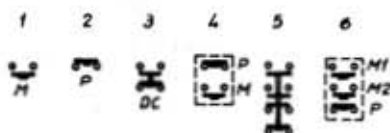
El funcionamiento del esquema es similar al estudiado en el nº 10, utilizado en circuitos de elevado consumo (intensidad).





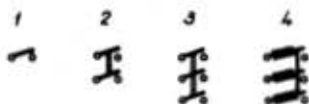
2 APARELLAJE PARA TELEMANDO

- Pulsadores
- Interruptores
- Conmutadores
- Fines de curso
- Flotadores
- Contactór
- Relé
- Intermitente
- Programador
- Reloj horario
- Célula fotoeléctrica
- Pares termoeléctricos
- Medición de la temperatura
- Termostato
- Indicador de paso de fluido
- Presostato
- Válvula
- Electroválvula
- Controlador de nivel
- Detector de ultrasonidos
- Detector de inducción
- Contador de impulsos
- Pequeños motorreductores para aparatos

**PULSADORES**

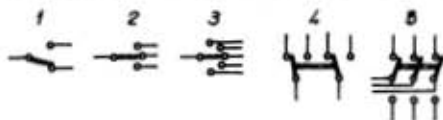
1. Pulsador de marcha (M)
2. Pulsador de paro (P)
3. Pulsador de desconexión-conexión (DC)
4. Caja de pulsadores de marcha y paro (M-P)
5. Pulsador múltiple
6. Caja de pulsadores de 2 marchas y paro

Existen muy diversos tipos de pulsadores que serán acordes a la maniobra que con ellos se tenga que mandar o hacer.

**INTERRUPTORES**

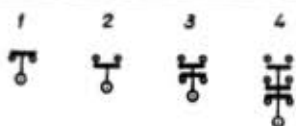
1. Interruptor unipolar (I)
2. Interruptor bipolar (II)
3. Interruptor tripolar (III)
4. Interruptor III con fusibles incorporados

Los interruptores pueden ser accionados a palanca o de forma rotativa. La protección y anclaje será adecuada al cuadro o armario donde vayan instalados.

**CONMUTADORES**

1. Conmutador de dos posiciones
2. Conmutador de tres posiciones
3. Conmutador de varias posiciones
4. Conmutador bipolar (II)
5. Conmutador tripolar (III)

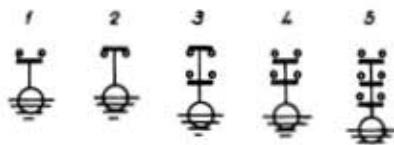
De los conmutadores se puede decir lo mismo que de los interruptores, existiendo gran variedad.

**FINES DE CURSO (FC)**

1. Fin de curso a la desconexión
2. Fin de curso a la conexión
3. Fin de curso a la desconexión-conexión
4. Fin de curso múltiple

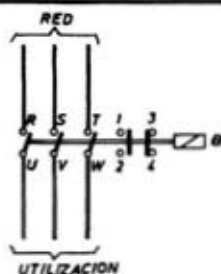
Los fines de curso son contactos accionados por elementos o mecanismos que cambian de posición al ser accionados, volviendo a su posición al dejar de ser accionados.

Existen muy diversos tipos, variando también su tamaño de acuerdo con el circuito donde hayan de trabajar.

**FINES DE CURSO ACCIONADOS POR FLOTADOR**

1. Contacto abierto
2. Contacto cerrado
3. Contactos a la desconexión-conexión
4. Contacto bipolar
5. Contacto tripolar

Los contactos accionados por flotador son equivalentes a los fines de curso, con la diferencia de que estos son accionados por fluidos y aquellos por mecanismos.

**CONTACTOR**

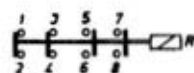
El contactor se define como un interruptor mandado por un circuito electromagnético.

Del contactor se han de distinguir las partes siguientes:

1. Contactos principales
2. Contactos auxiliares
3. Circuito electromagnético (B)

Los contactos principales son los encargados de alimentar al circuito principal o de potencia.

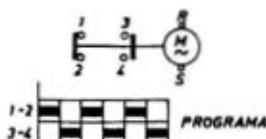
Los contactos auxiliares se utilizan como elementos auxiliares en el mando de bobinas.

**RELE**

Elemento auxiliar en el mando de contactores y otros elementos utilizados en telemando.

Partes a considerar en el relé:

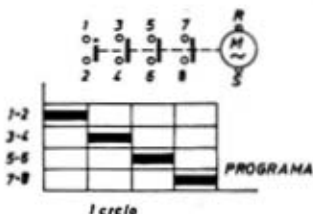
1. Contactos
2. Circuito electromagnético (R)

**INTERMITENTE**

Durante el tiempo que permanezca el motorcito en marcha, los contactos 1-2 y 3-4 irán cambiando de posición tal como se indica en el gráfico.

Los intermitentes pueden ser: mecánicos, térmicos o electrónicos.

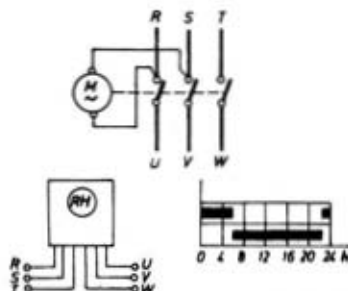
Los tiempos de conexión de los contactos 1-2 y 3-4 podrán ser iguales o diferentes, según sean las necesidades del programa.

**PROGRAMADOR**

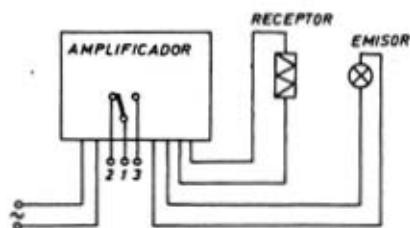
El programador está formado por microcontactos accionados por levas que son movidas por un pequeño motor-reductor.

Por cada vuelta completa del eje, se realiza un ciclo cuyo programa será acorde con las levas que serán las encargadas de accionar los contactos.

Así pues, será la forma de las levas quien determine el programa.

**RELOJ HORARIO**

Tiene múltiples aplicaciones y consiste en unos contactos (circuito de potencia) que se cierran o abre, de acuerdo con el reglaje realizado para la consecución del programa establecido, por medio de un mecanismo motor-reductor.

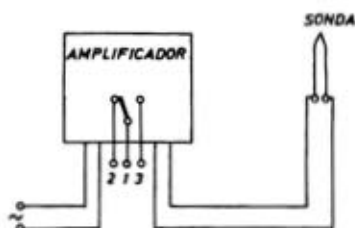
**CELULA FOTOELECTRICA**

El equipo dispone de: amplificador, receptor y emisor.

El emisor, emite una luz que es recibida por el receptor cuando no se interrumpe el haz por un objeto.

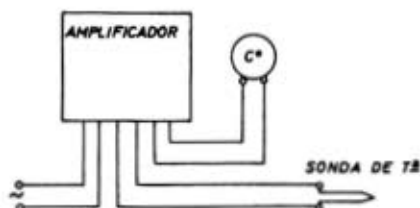
La función de si hay o no señal, será la posición del contacto, que se utilizará para el mando de un elemento eléctrico.

Existe gran variedad de células fotoeléctricas.

**SONDA DE TEMPERATURA**

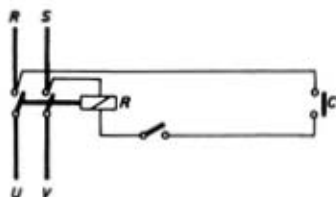
Consiste el equipo en un amplificador que recibe la corriente emitida por la sonda, que es un bimetálico en el que se genera una f.e.m. en función de la temperatura que se le aplica.

El par termoelectrónico puede enviar la señal para aplicarse a diferentes fines, como son: mandar una información al amplificador que accionará su contacto para mandar abrirse una tapa, entrar fluido, refrigeración, etc.

**MEDICION DE LA TEMPERATURA**

En este caso, el par termoelectrónico está destinado, a través del amplificador, a medir la temperatura de un horno, prensa de cocción, etc.

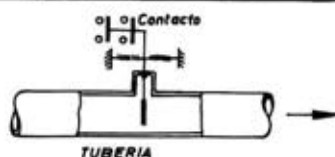
En función de la corriente que vaya llegando al amplificador, el indicador de temperatura irá señalando los valores de la misma.

**TERMOSTATO**

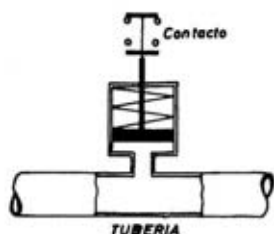
Un termostato consiste en un bimetálico que se abre o cierra en función a la temperatura a que está sometido.

El termostato tiene regulación. En el esquema, se utiliza el termostato para el mando de un relé.

La utilidad del termostato es muy variada, pudiéndose utilizar en circuitos de aire acondicionado, calefacción, hornos, mesas de calentar, etc.

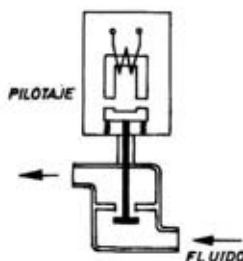
**INDICADOR PASO DE FLUIDO**

Entre las muchas clases de tipos de detección de paso de fluido por tuberías, se indica uno de los más utilizados, que consiste en una lámina introducida en el interior de la tubería que, cuando pasa fluido por ella, es empujada. Con este movimiento se cierran los contactos.

**PRESOSTATO**

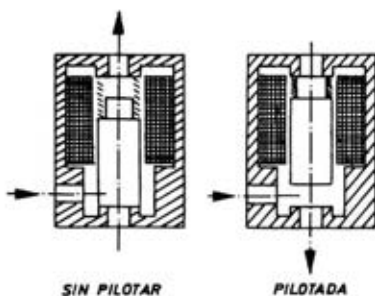
Son contactos accionados por la presión a que está sometido el fluido en la tubería.

Existen de muy diversos tipos, en función del control que se desee ejercer en la tubería. Así, se tienen los presostatos de máxima, de mínima, y de máxima y mínima a un mismo tiempo.

**VALVULA**

Consiste en un grifo que se pilota eléctricamente.

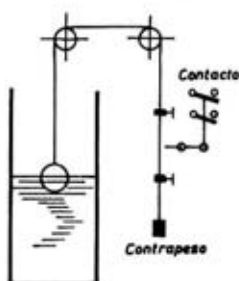
Las válvulas pueden ser directas o inversas. Son directas aquellas por las que pasa el fluido sin estar pilotadas y deja de pasar cuando se pilota. Las válvulas inversas, en reposo, no dejan pasar el fluido y pilotadas sí.

**ELECTROVALVULA**

Elemento en neumática muy utilizado con gran gama de utilidades.

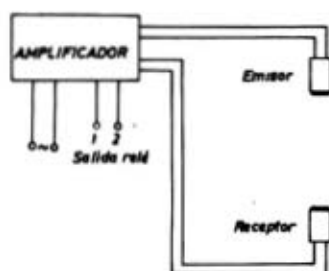
En el caso presente se ha representado la válvula sin pilotar, es decir, sin ser alimentada la bobina con indicación del camino seguido por el fluido (aire).

También se ha representado la versión en que la bobina está pilotada

**CONTROLADOR DE NIVEL**

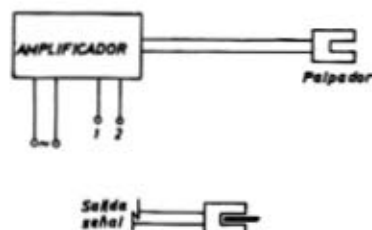
En la figura se ha representado un pozo o depósito. Por medio de una boya y demás elementos auxiliares, se accionan unos contactos que se cerrarán cuando el nivel sea alto y se abrirán cuando sea bajo.

Al cerrarse los contactos se podrá mandar una electrobomba.

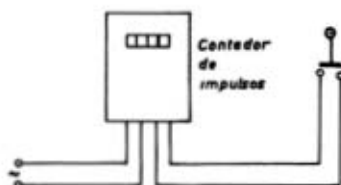
**DETECTOR POR ULTRASONIDOS**

Como se aprecia en el esquema, el equipo consta de un elemento emisor que emite la señal, otro receptor que la recibe y un amplificador que, en función de esa señal, pilota o no un relé u otro elemento de telemando.

Cuando entre emisor y receptor se interpone un objeto, la señal no llega al receptor y, en consecuencia, el amplificador deja de dar señal al relé. La utilización de estos elementos de detección es muy amplia ya que proporcionan una fiabilidad muy grande en los controles que se les encomiendan.

**DETECTOR DE INDUCCION**

El funcionamiento de este elemento de detección está en relación con la inducción que se genera en el palpador. La señal será mayor cuando en el palpador se introduzca un metal que haga mayor la inducción, variación que es acusada en el amplificador, que provoca conexión o desconexión de una bobina (relé), según se haya previsto.

**CONTADOR DE IMPULSOS**

Cada vez que llega una señal al contador, en el visor aparece el número o avance de numeración.

La señal podrá producirse por un final de carrera como en el caso de la figura, o por otros fenómenos cualesquiera tales como detectores de inducción, fotocélulas, etc. Su utilidad es muy grande en los automatismos actuales para control de elementos o piezas que pasan en cintas transportadoras; anotaciones de información, impulsiones, salidas de vástago, etc.

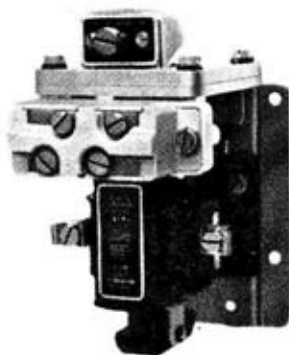
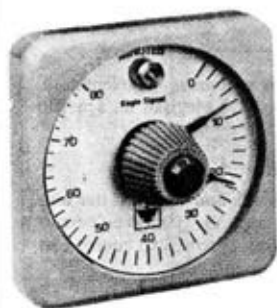
**MOTOR-REDUCTORES PARA ELEMENTOS DE CONTROL**

La utilidad de los pequeños motor-reductores en automatismos motorizados es muy elevada, ya que forman parte de temporizadores, intermitentes, programadores, combinadores, relojes horarios, etc.

El tipo de motor utilizado es el de inducción, en variedades muy amplias.

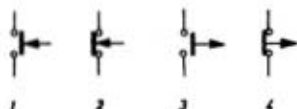
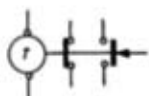
Siempre se tendrán en cuenta las especificaciones que se hagan en el motor, en lo referente a su conexión.

SIMBOLO	DENOMINACION	SIMBOLO	DENOMINACION
	Unión entre contactos y elementos eléctricos que se accionan a un mismo tiempo.		Dispositivo mecánico que es temporizado en la dirección de la flecha. (A la conexión).
	Indicación del sentido de movimiento.		Dispositivo mecánico que es temporizado en la dirección de la flecha. (A la desconexión).
	Enclavamiento mecánico entre elementos que se accionan o tienen movimiento.		Volante (Dos versiones)
	Elemento suelto.		Flotadores (Boyas)
	Elemento fijo.		Contrapeso
	Contacto accionado en los dos sentidos por un tiro mecánico.		Tirador de mando Empujador de mando (Seta)
	Embrague		Resorte mecánico
	Freno 1. Libre en reposo 2. Accionado en reposo		Mecanismo con juego en una transmisión mecánica
	Leva que acciona contacto eléctrico.		Botón pulsador



3 TEMPORIZADORES

- Generalidades sobre el temporizador
- Ejemplo de temporizado cerrado, a la conexión
- Ejemplo de temporizado abierto, a la conexión
- Ejemplo de temporizado cerrado, a la desconexión
- Ejemplo de temporizado abierto, a la desconexión



TEMPORIZADOR

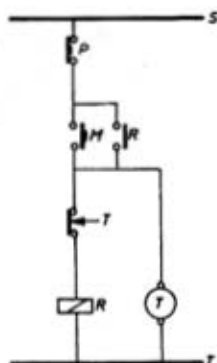
Elemento indispensable en los esquemas de telemando. Existen diversos tipos y clases, que se elegirán de acuerdo con las necesidades del esquema.

Los temporizadores pueden ser:

1. Contacto abierto temporizado a la conexión. Al dar tensión a la bobina, el contacto tarda un tiempo en cerrarse. Al quitar tensión a la bobina, el contacto vuelve a su posición de reposo, instantáneamente.
2. Contacto cerrado temporizado a la conexión.
3. Contacto abierto temporizado a la desconexión.

Al dar tensión a la bobina el contacto se cierra instantáneamente. Al quitar tensión a la bobina, el contacto tarda un tiempo en volver a la posición de reposo.

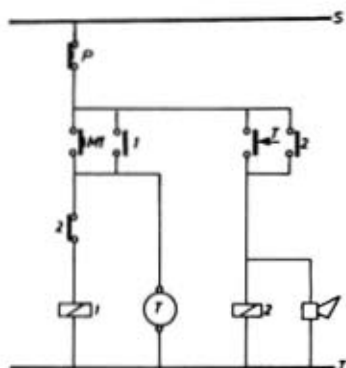
4. Contacto cerrado temporizado a la desconexión.



No 1

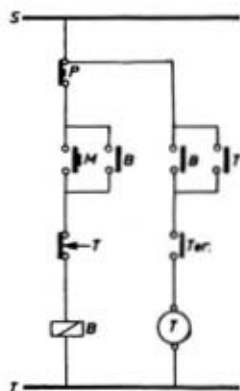
Mando de un contactor desde una caja de pulsadores con desconexión por temporizador, después de 10 mn. de su puesta en marcha.

El contacto utilizado es temporizado a la conexión.



No 2

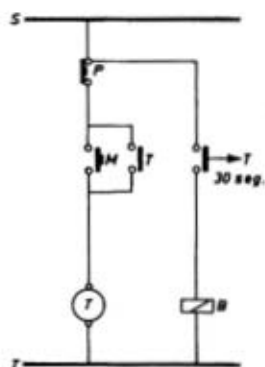
Mando de un contactor desde una caja de pulsadores, con desconexión por temporizador después de 10 mn. de su puesta en marcha. Al hacer la parada del contactor, entrará en servicio un claxon que permanecerá sonando hasta que llegue el operario que haga el paro pulsando el botón P.



Nº 5

Mando de un contactor destinado al gobierno de un motor que acciona una máquina que no debe sobrepasar una determinada temperatura.

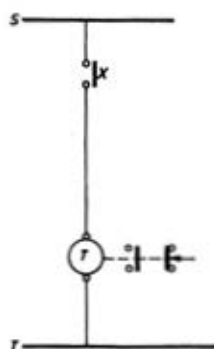
Caerá B, si el tiempo en que permanece Ter (Termostato) conectado de manera ininterrumpida supera los 5 minutos, no pudiéndose hacer la conexión de B, hasta que la temperatura de la máquina sea tal que el termostato se haya desconectado.



Nº 6

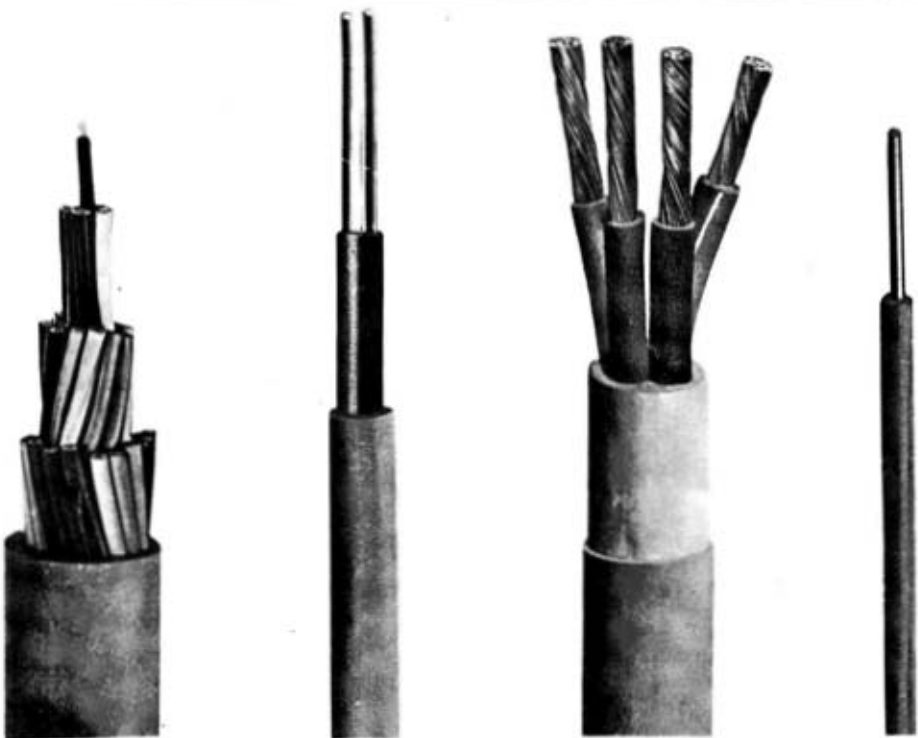
Mando para contactor de manera que, al poner en marcha, entran a un mismo tiempo T y B.

Al hacer el paro cae T, no así B (contactor) que tarda 30 seg. en caer, tiempo reglado en T.



Nº 7

Temporizador accionado mecánicamente que garantiza tanto para la conexión (caso presente), como la desconexión, que aunque haya interrupción de corriente, se ha de cumplir el tiempo reglado ya sea de una vez o acumulando tiempos para realizar el cambio de contactos temporizados.



4 CALCULO DE LINEAS

- Generalidades sobre el cálculo de líneas
- Tabla de densidades máximas de corriente para conductores de cobre con aislamiento de goma, plástico y al aire
- Procedimiento sencillo para el cálculo de líneas
- Cálculo de líneas de corriente continua
- Líneas abiertas
- Líneas alimentadas por los dos extremos
- Línea cerrada o malla
- Cálculo de líneas para corriente alterna
- Líneas monofásicas no inductivas
- Líneas monofásicas inductivas
- Líneas trifásicas
- Cálculo de sección para conductores en derivaciones cortas:
 - En corriente continua
 - En corriente alterna

CALCULO DE LINEAS

CAIDA DE TENSION (vc)

Se llama caída de tensión a la pérdida de d.d.p. (tensión), entre dos puntos de un circuito, como puede ser, por ejemplo, entre acometida y receptor.

$$uc = U1 - U2$$

U1 - Tensión en la acometida

U2 - Tensión en el receptor (utilización)

PORCENTAJE DE CAIDA DE TENSION (%)

Corresponde al número de amperios que circulan por mm² de sección en un conductor.

$$d = \frac{I}{S} \text{ en Amp/mm}^2$$

I - en Amperios

S - sección en mm²

CALCULO DE SECCION PARA CONDUCTORES CILINDRICOS (S)

En función del radio

$$S = \pi \cdot r^2$$

En función del diámetro

$$(1) S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (r^2 = \frac{d^2}{4})$$

$$(2) S = 0,785 \cdot d^2 \quad (\frac{\pi}{4} = 0,785)$$

VOLUMEN DE UN CONDUCTOR (V)

$$V = S \cdot L$$

V - Volumen

S - Sección

L - Longitud

$$V = \frac{S \cdot L}{1000} \text{ en dm}^3$$

S - en mm²

L - en metros

PESO DE UN CONDUCTOR (P)

$$P = V \cdot d$$

P - Peso

V - Volumen

d - densidad

$$P = \frac{S \cdot L \cdot d}{1000} \text{ en Kg.}$$

S - en mm²

L - en metros

d - en Kg/dm³

CAIDAS DE TENSION AUTORIZADAS

En líneas de alumbrado:

2 % desde la acometida privada hasta cualquier receptor

En líneas para motores III:

5 % desde la acometida privada hasta cualquier receptor

TENSIONES NORMALIZADAS

	Corriente alterna (valor eficaz)	Corriente continua (valor medio aritmético)
Muy Baja Tensión	$U_n \leq 50V$	$U_n \leq 75V$
Tensión usual	$50 < U_n \leq 500V$	$75 < U_n \leq 750V$
Tensión especial	$500 < U_n \leq 1.000V$	$750 < U_n \leq 1.500V$

Tensiones nominales usualmente utilizadas:

230V entre fases para redes trifásicas de tres conductores.

230V entre fase y neutro.

400V entre fases para las redes trifásicas de 4 conductores.

Frecuencia empleada en la red será de 50 Hz.

SECCIONES PARA CONDUCTORES MAS UTILIZADAS EN mm²

Hilos: 0,5 - 0,75 - 1 - 1,5 - 2,5 - 4 - 6 - 10

Cables: 6 - 10 - 16 - 25 - 35 - 50 - 70 - 95 - 120 - 150 -
185 - 240 - 300 - 400 - 500 - 630 - 800 - 1.000

SECCIONES MINIMAS PARA CONDUCTORES

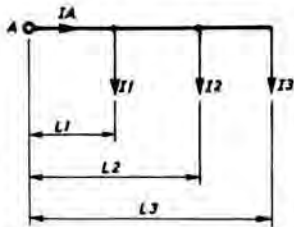
- Cordón flexible, 0,75 mm²
- Conductores aislados instalados en tubo, 1 mm²
- Conductores aislados que se colocan a la intemperie. Tendrán una sección mínima de 4 mm²
- Las líneas generales tendrán una sección mínima de 2,5 mm² y las derivaciones de 1 mm²
- Cuando las líneas generales sean para una potencia inferior a 100 W, también se permite la sección de 1 mm²
- Para aparatos electrodomésticos se admiten secciones de hasta 0,4 mm².

TABLA Nº 1

Densidades máximas de corriente para conductores de cobre con aislamiento de goma o plástico y al aire.

Sección nominal en mm ²	Conductores al aire en A/mm ²	Conductores con plástico en A/mm ²	Sección nominal en mm ²	Conductores al aire en A/mm ²	Conductores con plástico en A/mm ²
0,75	8	6	50	3	2,2
1	8	6	70	2,5	1,9
1,50	7,5	5,6	95	2,1	1,6
2,50	6,9	5,1	100	2	1,5
4	6,1	4,6	120	1,9	1,4
6	5,6	4,2	150	1,8	1,3
10	5,1	3,8	200	1,7	1,27
16	4,5	3,4	300	1,6	1,2
25	3,8	2,8	400	1,45	1,1
35	3,2	2,4	500	1,4	1

LINEAS ABIERTAS DE SECCION UNIFORME EN CORRIENTE CONTINUA



$$S = \frac{2\rho}{uc} \sum I_i \cdot L_i$$

EJEMPLO: Calcular la sección de una línea uniforme como la de la figura, con los siguientes datos:

Caída de tensión (vc) del 2 %

Tensión en acometida de 220 V

$I_1 = 10 \text{ A}$; $I_2 = 15 \text{ A}$; $I_3 = 10 \text{ A}$

$L_1 = 50 \text{ m}$; $L_2 = 75 \text{ m}$; $L_3 = 100 \text{ m}$

Solución nº 1.— Utilizando línea de cobre

$$S = \frac{2\rho}{uc} \sum I_i \cdot L_i = \frac{2 \cdot 0,0172}{4,4} \sum 10 \cdot 50 + 15 \cdot 75 + 10 \cdot 100 = 20,5 \text{ mm}^2$$

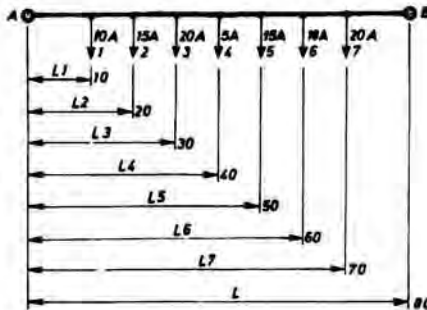
Solución nº 2.— Utilizando línea de aluminio

$$S = \frac{2\rho}{uc} \sum I_i \cdot L_i = \frac{2 \cdot 0,028}{4,4} \sum 10 \cdot 50 + 15 \cdot 75 + 10 \cdot 100 = 33,4 \text{ mm}^2$$

Caída de tensión:

$$uc = \frac{\% \cdot U}{100} = \frac{2 \cdot 220}{100} = 4,4 \text{ V}$$

LINEAS ALIMENTADAS POR SUS DOS EXTREMOS



$$U_A = U_B = 220 \text{ V}$$

$$uc = 4,4 \text{ v}$$

Material-Cobre

$$\rho = 0,0172$$

1) Intensidades salientes de A y B

$$I_A = I_i - \sum \frac{I_i \cdot L_i}{L} = 10 + 15 + 20 + 5 + 15 + 10 + 20 -$$

$$- \left(\frac{10 \cdot 10 + 15 \cdot 20 + 20 \cdot 30 + 5 \cdot 40 + 15 \cdot 50 + 10 \cdot 60 + 20 \cdot 70}{80} \right) = 45,6 \text{ A}$$

$$I_B = \frac{I_i \cdot L_i}{L} = \frac{10 \cdot 10 + 15 \cdot 20 + 20 \cdot 30 + 5 \cdot 40 + 15 \cdot 50 + 10 \cdot 60 + 20 \cdot 70}{80} = 49,4 \text{ A}$$

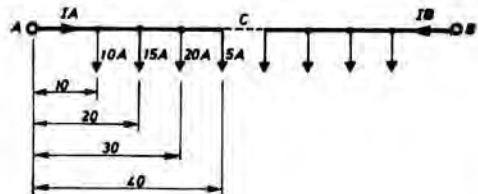
2) Determinar el punto de mínima intensidad del circuito (c)

$$I_A - (I_1 + I_2 + \dots - I) > 0$$

$$I_B - (I_7 + I_6 + \dots + I) > 0$$

$$(I_A) \quad 45,6 - (10 + 15 + 20 + 5 - 1) > 0,$$

$$(I_B) \quad 49,4 - (20 + 10 + 15 + 5 + 1) > 0$$



El punto de mínima tensión corresponde a la derivación I_4 .

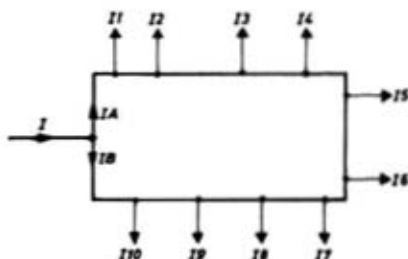
3) Hallado el punto de mínima tensión, se procederá al cálculo de la sección como si fuera para un circuito de línea abierta, tanto para el tramo AC, como para el BC que es la misma.

$$(AC) \quad S = \frac{2\rho}{uc} \sum l_i \cdot Li = \frac{2 \cdot 0,0172}{4,4} (10 \cdot 10 + 15 \cdot 20 + 20 \cdot 30 + 5 \cdot 40) = 9,38 \text{ mm}^2$$

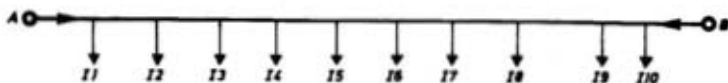
Entre A y B la sección uniforme será de $9,38 \text{ mm}^2$, que es a su vez la calculada para el tramo AC.

LINEA CERRADA O DE MALLA

Este ejercicio tiene equivalencia con el caso anterior, en que se supone la alimentación por dos puntos.



La línea arriba representada equivale a esta que se indica abajo y que está representada por dos puntos de igual potencia.

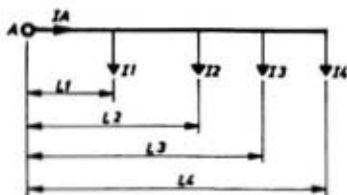


LINEAS PARA CORRIENTE ALTERNA

LINEAS MONOFASICAS NO INDUCTIVAS

En los casos en que el factor de potencia es $\cos \varphi = 1$, la solución para el cálculo de la sección de estos circuitos es la misma que se ha dado para las líneas de corriente continua.

LINEA ABIERTA MONOFASICA INDUCTIVA



$$S = \frac{2 \cdot \rho}{uc} \sum l_i \cdot Li \cdot \cos \varphi$$

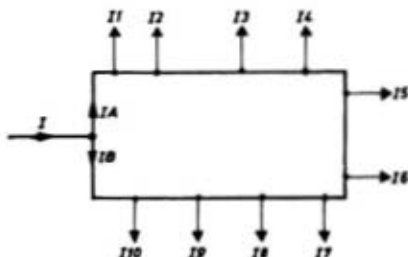
3) Hallado el punto de mínima tensión, se procederá al cálculo de la sección como si fuera para un circuito de línea abierta, tanto para el tramo AC, como para el BC que es la misma.

$$(AC) \quad S = \frac{2\rho}{uc} \sum l_i \cdot Li = \frac{2 \cdot 0,0172}{4,4} (10 \cdot 10 + 15 \cdot 20 + 20 \cdot 30 + 5 \cdot 40) = 9,38 \text{ mm}^2$$

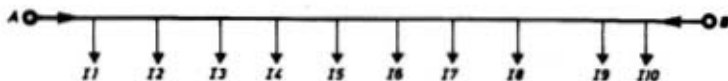
Entre A y B la sección uniforme será de 9,38 mm², que es a su vez la calculada para el tramo AC.

LINEA CERRADA O DE MALLA

Este ejercicio tiene equivalencia con el caso anterior, en que se supone la alimentación por dos puntos.



La línea arriba representada equivale a esta que se indica abajo y que está representada por dos puntos de igual potencia.

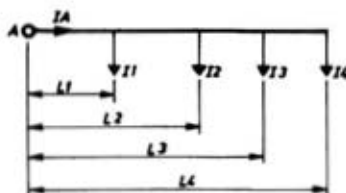


LINEAS PARA CORRIENTE ALTERNA

LINEAS MONOFASICAS NO INDUCTIVAS

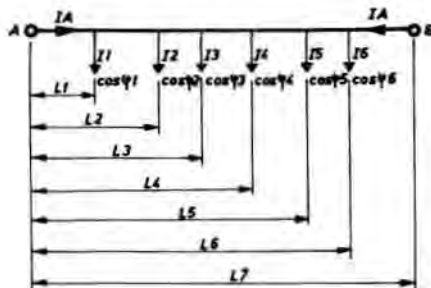
En los casos en que el factor de potencia es $\cos \varphi = 1$, la solución para el cálculo de la sección de estos circuitos es la misma que se ha dado para las líneas de corriente continua.

LINEA ABIERTA MONOFASICA INDUCTIVA



$$S = \frac{2 \cdot \rho}{uc} \sum l_i \cdot Li \cdot \cos \varphi$$

LINEA MONOFASICA INDUCTIVA ALIMENTADA POR LOS DOS EXTREMOS



$$I_A = I_i \cdot \cos \varphi_i - \Sigma \frac{L_i \cdot I_i \cdot \cos \varphi_i}{L}$$

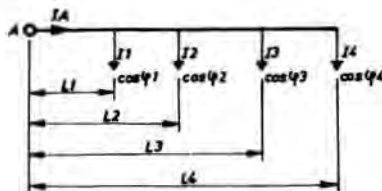
$$I_B = \frac{L_i \cdot I_i \cdot \cos \varphi_i}{L}$$

Supuesto C el punto mínima tensión

$$S = \frac{2 \cdot \rho}{uc} \Sigma L_i \cdot I_i \cdot \cos \varphi_i$$

LINEAS TRIFASICAS

LINEA ABIERTA



$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho}{uc} \Sigma L_i \cdot I_i \cdot \cos \varphi_i$$

LINEA ALIMENTADA POR DOS EXTREMOS

Procédase de igual forma que para las líneas monofásicas inductivas, sustituyendo 2 por $\sqrt{3}$.

LINEA EN MALLA

La solución es similar a la dada para el caso anterior.

CALCULO DE SECCION DE CONDUCTORES EN DERIVACIONES CORTAS

EN CORRIENTE CONTINUA

$$S = \frac{\rho \cdot 2 \cdot L \cdot I}{uc}$$

ρ coeficiente de resistividad del conductor en $\Omega \text{ m/mm}^2$
 L longitud de la línea en metros (acometida a receptor)
 I intensidad en Amperios
 uc caída de tensión

EN CORRIENTE ALTERNA

Circuitos monofásicos no inductivos (óhmicos)

$$S = \frac{\rho \cdot 2 \cdot L \cdot I}{uc}$$

Circuitos monofásicos inductivos

$$S = \frac{\rho \cdot 2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{uc}$$

Para circuitos III no inductivos

$$S = \frac{\rho \cdot \sqrt{3} \cdot L \cdot I}{uc}$$

Para circuitos trifásicos inductivos

$$S = \frac{\rho \cdot \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{uc}$$

CALCULO DE SECCION EN CONDUCTORES DE DERIVACIONES CORTAS, EN FUNCION DE LA PERDIDA DE POTENCIA FIJADA Y QUE SEAN NO INDUCTIVAS

Pp = pérdida de potencia en vatios (W) por efecto Joule

$$Pp = q \cdot R \cdot I^2 = q \cdot \frac{L \cdot \rho}{S} I^2$$

En líneas monofásicas

$$S = 100 \frac{2\rho \cdot P_2 \cdot L}{\alpha \cdot U_2^2 \cdot \cos^2 \varphi_2}$$

En líneas III equilibradas

$$S = 100 \frac{\rho \cdot P_2 \cdot L}{\alpha \cdot U_2^2 \cdot \cos^2 \varphi_2}$$

q número de fases del sistema

α pérdida relativa de potencia en %

R Resistencia de un conductor

I intensidad que circula por cada conductor

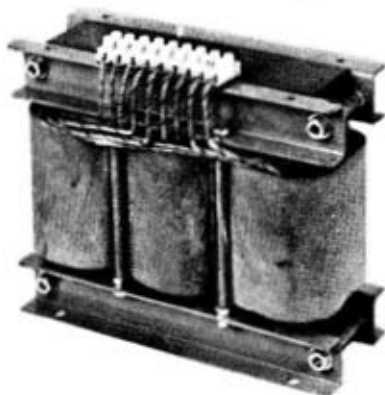
P₂ Potencia en vatios al final de la línea

$\cos \varphi_2$ factor de potencia al final de la línea

V₂ tensión al final de la línea en voltios

L longitud de la línea.

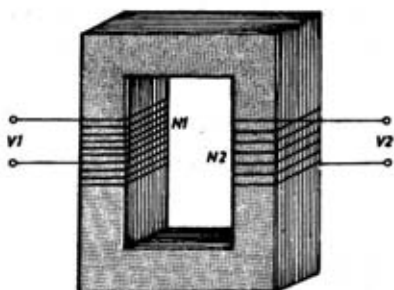
Para líneas de corriente continua $\cos \varphi = 1$.



5 TRANSFORMADORES

- Transformadores eléctricos
- Relación de transformación
- Formación de un transformador trifásico utilizando monofásicos
- Transformadores de medida
- Autotransformador monofásico
- Transformadores trifásicos
- Transformadores en conexión zig-zag
- Autotransformador trifásico
- Transformación de corrientes trifásicas en monofásicas
- Símbolos sobre transformadores
- Soldadura eléctrica por puntos

TRANSFORMADORES ELECTRICOS



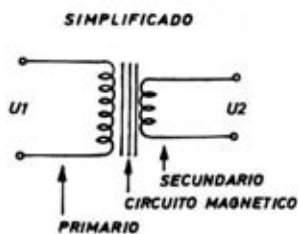
El transformador eléctrico es una máquina estática que modifica los valores de la tensión e intensidad manteniendo la potencia, salvo la pérdida habida en la máquina y que resulta ser de un porcentaje muy reducido.

Partes de un transformador

- a) Circuito magnético
- b) Bobinado PRIMARIO que es el que se conecta a la red
- c) Bobinado SECUNDARIO al que va conectada la utilización.

El transformador podrá ser ELEVADOR o REDUCTOR según se emplee para elevar o reducir la tensión, tomando como referencia la del primario.

RELACION DE TRANSFORMACION



$$m = \frac{U_1}{U_2} \quad ; \quad m = \frac{N_1}{N_2}$$

U_1 - Tensión del PRIMARIO
 U_2 - Tensión del SECUNDARIO
 N_1 - Espiras del PRIMARIO
 N_2 - Espiras del SECUNDARIO

Voltios por espira (Vesp)

$$V_{esp} = \frac{U_1}{N_1} \quad ; \quad V_{esp} = \frac{U_2}{N_2}$$

$$V_{esp} = \frac{4,44 \cdot \phi_m \cdot F}{10^8}$$

A continuación se representa un ejemplo de utilización de transformadores siendo el principio elevador y el final reductor.



FORMACION DE UN TRANSFORMADOR UTILIZANDO TRES TRANSFORMADORES MONOFASICOS

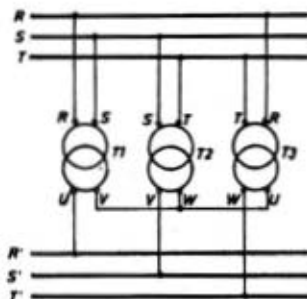
Condiciones para el acoplamiento

- 1) Igualdad en su relación de transformación
- 2) Los valores de tensión en cortocircuito serán lo más iguales posibles, (tolerancia de hasta el 10 %.)
- 3) Respetar el orden de conexión y salidas

Acoplamiento de transformadores monofásicos en paralelo

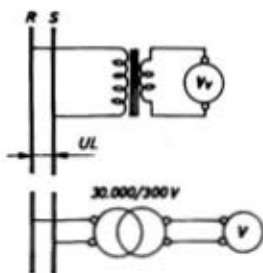
Esta conexión se utiliza cuando la potencia de un transformador no es suficiente para la carga que debe soportar.

Se deberán cumplir las condiciones indicadas para la formación de un transformador III utilizando tres transformadores monofásicos.



TRANSFORMADORES DE MEDIDA

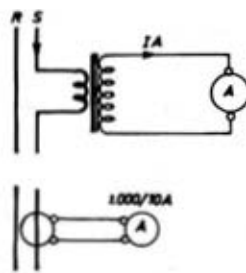
a) DE TENSION



$$UL = mV_v$$

m – relación de transformación

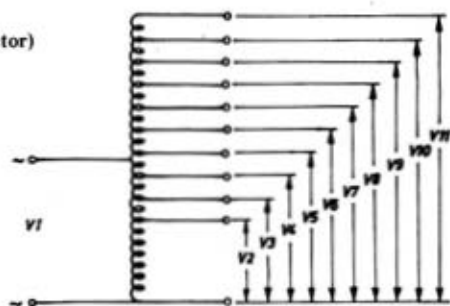
b) DE INTENSIDAD



$$IL = \frac{IA}{m}$$

AUTOTRANSFORMADOR (Elevador-reductor)

V2 y V3 son inferiores a V1
V4 a V10 son superiores a V1

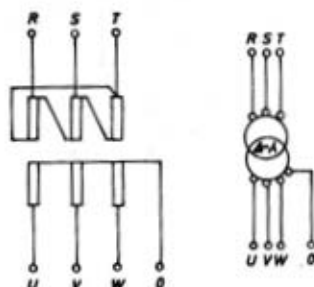


TRANSFORMADORES TRIFASICOS

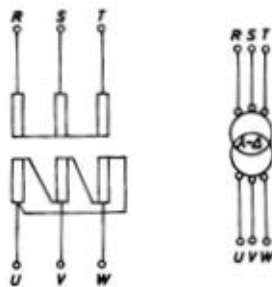
El comportamiento de los transformadores III es diferente en función de su conexión para un desequilibrio eléctrico de las cargas por fase de la red.

Así se tiene que, para redes de alumbrado, es conveniente que el primario sea conectado en triángulo (Δ) y el secundario en estrella (λ), para así poder sacar neutro.

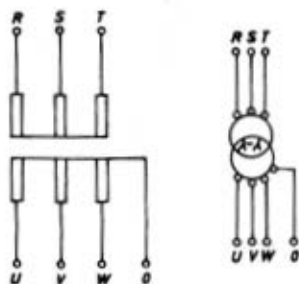
1-CONEXION $\Delta-A$



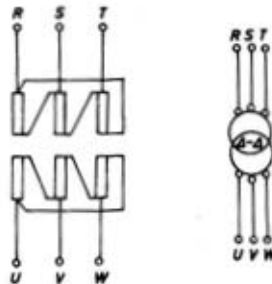
2-CONEXION $A-A$



3-CONEXION $A-A$



4-CONEXION $\Delta-A$

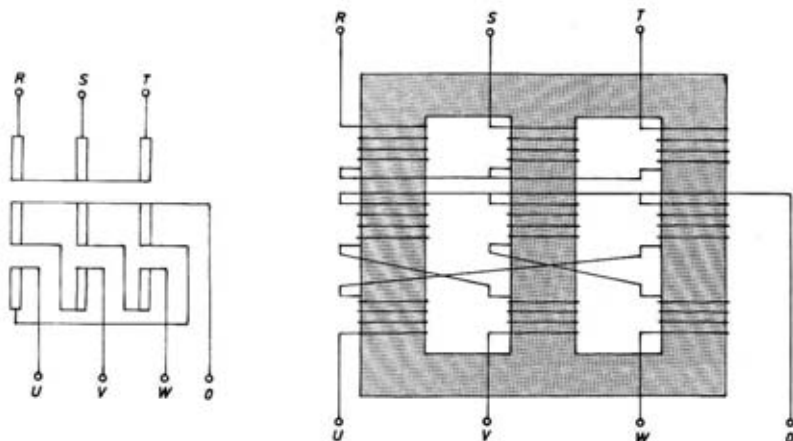
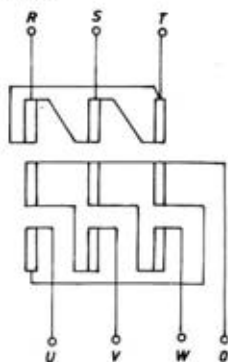


5. CONEXION EN ZIG-ZAG

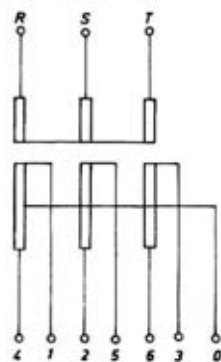
Cada fase del bobinado secundario está dividido en dos partes iguales colocados en columnas sucesivas y arrollados en sentido contrario.

Esta forma de conexión admite un desequilibrio en la utilización ya que no repercute de forma directa como lo hacen los otros tipos de conexión tratados.

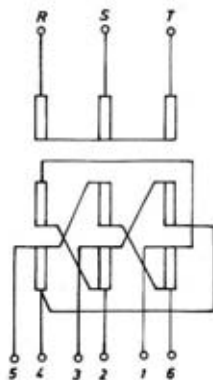
Este transformador es similar en comportamiento al de conexión $\lambda-\lambda$ con la ventaja para éste, que la conexión del primario le mejora la forma de la curva senoidal.

5 - CONEXION Δ -ZIG-ZAG6 - CONEXION Δ -ZIG-ZAG

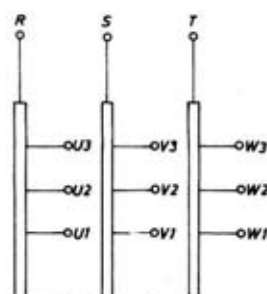
7 - CONEXION III/EXAFASICA



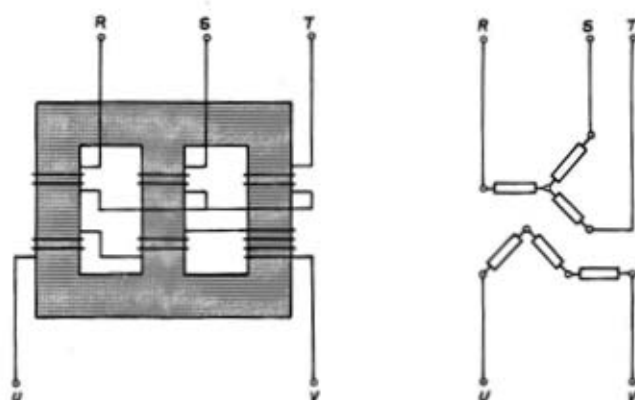
8 - CONEXION III/EXAFASICA



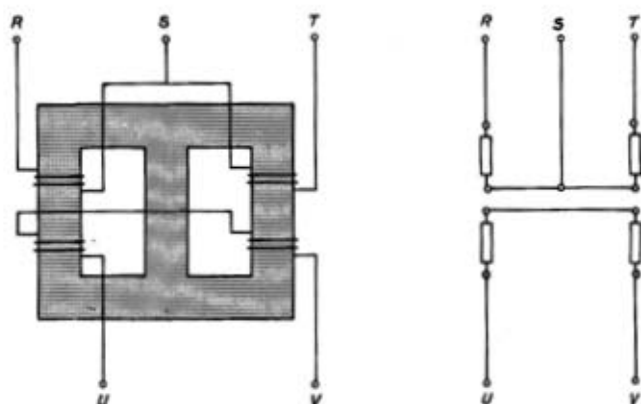
9 - AUTOTRANSFORMADOR III



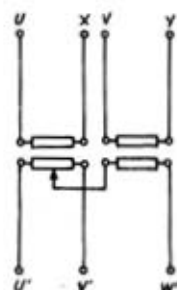
TRANSFORMACION DE CORRIENTES TRIFASICAS EN MONOFASICAS



- Transformador en conexión sistema Ulbricht



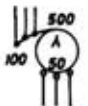
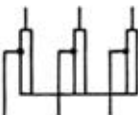
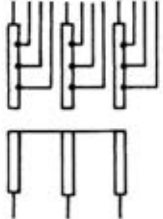
- Transformador utilizando el sistema de cuatro devanados



- Transformación de corriente trifásica en bifásica o inversamente, mediante la conexión Scott.

Para conseguir que las tensiones de los grupos monofásicos se hallen desfasadas con el mismo valor, las relaciones de transformación deberán ser diferentes para ambos bobinados. Así se tiene que, si para el bobinado I la relación de transformación es de 1, para el bobinado II será de $2/\sqrt{3}$.

5-3	TRANSFORMADORES	
Forma I	Forma II	DESIGNACION
		Transformador ordinario con dos devanados, primario y secundario, separados. Símbolo general.
		Transformador monofásico.
		Transformador trifásico. Ejemplo: 32.000/3.000 V; 50 Hz; 5.000 V; en conexión estrella-triángulo.
		Transformador trifásico con entrada de tres fases y neutro y salida con tres fases.
		Transformador trifásico en conexión estrella para el primario y zig-zag para el secundario.
		Transformador trifásico de tres hilos a cuatro hilos. Ejemplo: 3.000/380 V; 50 Hz; 200 KVA y conexión L-X
		Transformador de corriente. Símbolo general.

Forma I	Forma II	DESIGNACION
		Autotransformador. Símbolo general.
		Autotransformador monofásico.
		Autotransformador trifásico. Ejemplo: 500/380 V; 50 Hz; 100 KVA; en estrella.
		Transformador trifásico con cuatro alimentaciones diferentes de tensión no modificables y salida única.
		Transformador ordinario en el que puede variarse la relación de transformación sin interrumpir el servicio. Símbolo general.
		Transformador monofásico en el que puede variarse la relación de transformación sin desconectar el receptor.
		Autotransformador en el que puede variarse la relación de transformación sin interrumpir el servicio. Símbolo general.
		Autotransformador monofásico en el que puede variarse la relación de transformación sin desconectar el receptor.
		Regulador de inducción. Símbolo general.

SOLDADURA ELECTRICA

Dos clases de soldadura:

1. soldadura por resistencia
2. soldadura por arco

1. Soldadura por resistencia

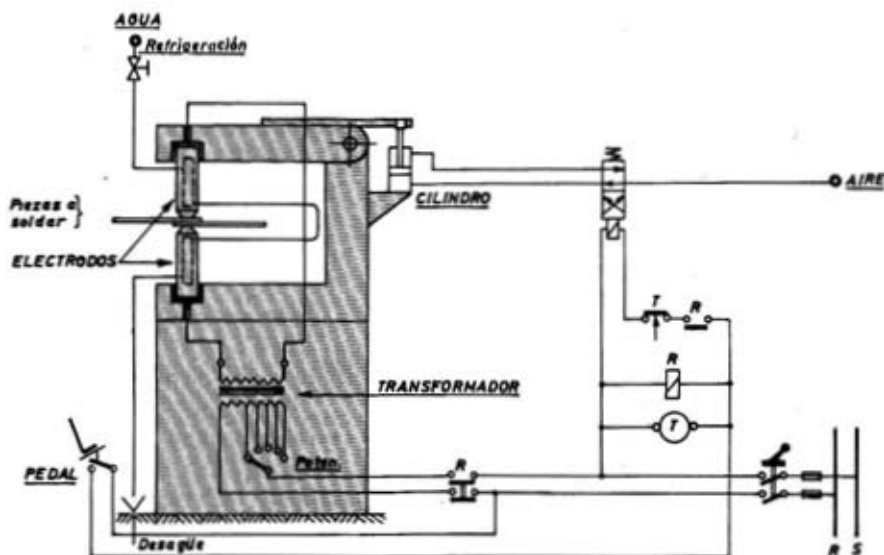
Tal, como se aprecia en la figura, el procedimiento de soldadura consiste en colocar las dos piezas a soldar, generalmente chapas, entre dos electrodos sometidos a diferencia de potencial. La construcción de la soldadura por puntos, así llamada, viene dispuesta de manera que el calor aportado por el cortocircuito controlado, funde la zona común a las dos piezas, uniéndolas. El calor aportado a la soldadura viene dado por la fórmula, $Q = 0,24 \cdot R \cdot I^2 \cdot t$ en calorías.

Con el fin de poder graduar la soldadura, el tiempo de duración del paso de corriente, está regulado por un temporizador. La intensidad de corriente es proporcional a la tensión, que se regula con un potenciómetro.

La intensidad será acorde con el espesor del material a soldar y con la resistencia de la soldadura a la rotura.

Las soldaduras por puntos pueden ser fijas o móviles.

Las soldaduras pueden ser discontinuas (por puntos) y continuas. Para las soldaduras continuas se sustituyen los electrodos por roldanas.





6 REOSTATOS DE ARRANQUE

- Generalidades
- Reostato de regulación
- Reostato de arranque
- Reostato de control de velocidad en motores de corriente continua
- Cálculo de resistencia para reostatos de motores trifásicos con rotor de anillos
- Símbolos sobre resistencias
- Hornos eléctricos

GENERALIDADES

Resistencia eléctrica es la dificultad ofrecida por un conductor al paso de la corriente. A partir de aquí, se pueden considerar a los conductores, como buenos o malos conductores. Son los malos conductores, con características especiales, los que se utilizan como resistencias.

Las resistencias se dividen a su vez en: útiles y perjudiciales.

En un conductor por el que circula una corriente, la dificultad que ofrece al paso de ésta, llamada resistencia, da lugar a una pérdida de energía que se disipa en calor y que para nada útil sirve. En el caso considerado, para elevar aún más las resistencias del propio conductor.

Sin embargo, ejemplos de resistencia útil se tienen en las estudiadas en el presente capítulo para el arranque de motores trifásicos o en la regulación de la excitación de motores de corriente continua.

Otros casos de utilización de resistencias, son, por ejemplo: calefacción eléctrica, alumbrado por filamento, potenciómetros, resistencias para circuitos electrónicos, etc.

Las resistencias utilizadas en el arranque de motores o regulación de excitación han de reunir una serie de características, como son:

- Bajo o nulo incremento de la resistencia con la temperatura (α)
- Elevado coeficiente de resistividad
- Variable según la utilización y las potencias a disipar
- Elevado punto de fusión
- Buena conductibilidad del calor para favorecer su pronto enfriado

Resistencia de un conductor (R)

$$R = \rho \frac{L}{S}, \text{ en ohmios } (\Omega)$$

ρ — coeficiente de resistividad
 L — longitud del conductor, en metros
 S — sección, en mm^2

Aumento de la resistencia con la temperatura

Todos los conductores, según sea el material de que están contruidos, en más o menos valor, experimentan un incremento en su resistencia, a medida que adquieren temperatura.

$$RT = R_{20} [1 + \alpha (T - 20)] \text{ en ohmios}$$

RT — resistencia total a T°
 R_{20} — resistencia a 20°C (ambiente)
 α — incremento de la resistencia con la temperatura
 T — temperatura total
 $(T - 20)$ — aumento de temperatura en el conductor

TABLA N° 1

Resistividad de los principales materiales utilizados para la confección de resistencias

Conductor (Aleación)	Resistividad ρ a 20°C	Incremento resistencia α con la t°
Maillechort (Cu-Zn-Ni)	0,40	0,00036
Constantan (Cu-Ni)	0,50	0,00000
Niquelina (Cu-Ni-Zn)	0,44	0,00020
Manganina (Cu-Mn-Ni)	0,46	0,00000
Nichrome (Ni-Fe-Cr-Mn)	1,12	0,00020
Fundición de hierro (Fe), según calidad	de 0,6 a 1,1	0,00450

Elección de las resistencias

Para cada motor y tipo de maniobra se habrá de disponer de la resistencia adecuada. Es por ello, que no cualquier resistencia es buena para cualquier arranque o control.

Al hacer un pedido de resistencia, además de las características del motor, se citarán el tipo de arranque o control que se desea hacer, con indicación de las condiciones en que va a efectuarse el arranque, caso de que éste fuera el problema, teniendo en cuenta si el arranque se hace en vacío, media carga o plena carga.

Otro dato importante a reseñar, es el número de arranques o controles que se van a hacer a la hora.

Refrigeración de las resistencias

Como quiera que la potencia perdida en una resistencia, se transforma en calor, es importante el darles una buena refrigeración. Por este motivo se colocan las resistencias en cajas de fácil aireación y situadas en lugares ventilados. Las resistencias pueden estar metidas en aceite, refrigerado por aire.

Utilización de resistencias

En la presente obra se hace uso de resistencias para:

- Arranque de motores de rotor en cortocircuito, por eliminación de resistencias estáticas.
- Arranque de motores con rotor bobinado, por eliminación de resistencias rotóricas.
- Arranque en conexión.
- Arranque en conexión λ - Δ .
- Arranque de motores de corriente continua.
- Regulación de máquinas eléctricas

Cálculo de resistencias

Seguidamente se hace el cálculo de las resistencias de arranque, para los casos más utilizados.

REOSTATO DE REGULACION

Díámetro del hilo en mm

$$d = a \sqrt[3]{I^2}$$

d – diámetro del hilo en mm

a – coeficiente

I – intensidad en amperios

Sección del hilo en mm²

$$S = 0,785 \cdot (a \sqrt[3]{I^2})^2$$

La sección del conductor será tal que asegure una buena irradiación del calor producido sin calentarse.

El coeficiente a se tomará en función del coeficiente K que se adopte. K equivale al número de mm² de superficie de enfriamiento por vatio transformado en calor.

Valores de a en función del valor K

Conductor	$K = 2$	$K = 3$	$K = 4$	$K = 5$
Hierro	0,200	0,229	0,255	0,275
Maillechort	0,290	0,330	0,365	0,390
Niquelina	0,305	0,350	0,385	0,415
Nichrome	0,390	0,450	0,495	0,535

REOSTATO DE ARRANQUE

Sección del hilo en mm²

$$S = a \cdot I \sqrt{\frac{t}{T_2 - T_1}}$$

S — sección, en mm²
I — intensidad, en amperios
t — tiempo de arranque, en segundos
T₁ — temperatura ambiente
T₂ — temperatura máxima admitida
a — coeficiente

Valores de *a* para diferentes materiales

Hierro	0,170
Maillechort	0,300
Niquelina	0,320
Nichrome	0,615

CALCULO DE LA RESISTENCIA, PARA REOSTATOS DE CONTROL DE VELOCIDAD EN MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA

Datos a tener en cuenta:

U: tensión en el circuito de excitación

I_M: intensidad máxima

I_m: intensidad mínima

R_M: resistencia máxima, en caliente, del arrollamiento de excitación

R_m: resistencia mínima, en frío, del arrollamiento de excitación

Cálculo:

Resistencia total

$$(1) \quad R_T = \frac{U}{I_m} - R_m$$

Resistencia mínima

$$(2) \quad R = \frac{U}{I_M} - R_M$$

El primer tramo de resistencia tendrá el valor dado por la fórmula (2). La del reostato vendrá dada por la diferencia entre las fórmulas (1) y (2).

CALCULO DE RESISTENCIAS PARA REOSTATOS DE MOTORES III CON ROTOR EN ANILLOS

Datos a tener en cuenta:

U: tensión en anillos, estando el rotor en reposo

I: corriente en anillos con el par nominal

R_a: resistencia entre dos anillos

K: relación existente entre el par necesario a la velocidad mínima exigida y el par nominal del motor

n_o: velocidad sincrónica del motor en r.p.m.

n_m: velocidad mínima del motor (trabajo)

Cálculo de resistencias

Resistencia por fase del reostato (Rf)

$$Rf = \frac{U}{0,173 \cdot I \cdot K} \cdot \frac{n_o - n_m}{n_o} - (0,5 \cdot Ra)$$

Intensidad que circula por las resistencias, girando el motor a velocidad mínima (Im), es:

$$Im = I \cdot K$$

Las resistencias se conectarán en estrella.

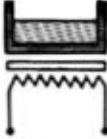
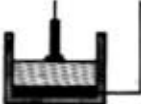
Si la línea que va desde el motor hasta el reostato supera los 5 metros, incide en la disminución del número de revoluciones del motor.

La sección a dar a la línea, desde el motor hasta el reostato, viene dada por la siguiente fórmula:

$$S = \frac{1180 \cdot L \cdot P \cdot n_o \cdot \rho}{V_f^2 \cdot (n_o - n)}$$

- S: sección en mm²
- L: longitud en metros
- P: potencia en KW
- Vr: tensión rotórica (ver placa de características)
- ρ : coeficiente de resistividad del conductor
- n_o : velocidad sincrónica (teórica)
- n: velocidad real

6-1	RESISTENCIAS		
SÍMBOLO	DENOMINACION	SÍMBOLO	DENOMINACION
	Resistencia pura. (Símbolo general). Resistencia pura variable. Resistencia pura variable con cursor.		Resistencia trifásica (III) fija.
	Resistencia. (Símbolo general). Resistencia variable. Resistencia. (Símbolo general). Resistencia variable. Resistencia variable con cursor accionada a mano. Resistencia variable con cursor accionada con volante.		Resistencia III con varias tomas intermedias para arranque de motores con rotor bobinado.
			Resistencia III variable con cursor accionado manualmente.
	Reostato		Conmutador de varias posiciones, que lleva intercalados contactos de reposo con los de conexión. Conmutador de varias posiciones, sin posición de reposo. Utilizado en conmutación de resistencias. En el caso presente es para un solo circuito, pudiendo ser para dos o tres, según las necesidades. A los contactos se les llama plots.
	Reostato de arranque		
	Reostato de potencia		Conmutador de corredera accionado manualmente.
	Reostato III accionado manualmente.		
	Reostato líquido accionado manualmente.		Conmutador rotativo trifásico para tres bloques de resistencias.
	Reostato líquido con accionamiento eléctrico.		Combinador

6-2	HORNOS ELECTRICOS
	EXPLICACION
	POR RESISTENCIA Con aplicación directa o indirecta. El tiempo de calentamiento más utilizado para pequeñas y medianas potencias. Para tensiones de no elevado valor. $Q = m \cdot t$ $Q = 0,24 \cdot P \cdot t$ en calorías
	POR INDUCCION SIN NUCLEO Utilizado principalmente para el templado de piezas y tratamientos térmicos, haciendo uso de frecuencias que varían entre 0,5 y 150 Kc. Calentamiento muy rápido. La pieza se colocará bajo la influencia del campo magnético producido por el solenoide.
	POR INDUCCION CON NUCLEO Alimentado con baja frecuencia (10 a 50 c/s) Utilizado para la fusión de aluminio y aceros. Calentamiento rápido y temperatura máxima de 1700°C. Elevada potencia.
	POR ARCO ENTRE ELECTRODOS Electrodos generalmente de grafito, con avance automático. Tensión de 50 a 300 V, para corriente continua o monofásica. Temperatura máxima sobre 1800°C. Utilizado para fusión de arrabio y aceros
	POR ARCO CON UN ELECTRODO Funcionamiento y características similares a los casos anteriores.
	POR ARCO CON ELECTRODO TRIFASICO Utilizado industrialmente para grandes cargas, con potencias del orden de 100 a 10.000 KVA. Temperatura máxima sobre 2000°C.
	POR RESISTENCIA LIQUIDA Los electrodos quedan sumergidos en el líquido, formando una resistencia líquida.
	POR INFRARROJOS Lámparas de emisión de infrarrojos de 10.000 a 18.000 angstroms, buen rendimiento y fácil instalación. Utilizado para secado y cocción de pinturas. Temperatura máxima sobre 200°C.

ESCALAS TERMOMÉTRICAS CENTIGRADA Y FAHRENHEIT

°C	°F	°C	°F	°C	°F	°C	°F
1	33,8	21	69,8	41	105,8	61	141,8
2	35,6	22	71,6	42	107,6	62	143,6
3	37,4	23	73,4	43	109,4	63	145,4
4	39,2	24	75,2	44	111,2	64	147,2
5	41,0	25	77,0	45	113,0	65	149,0
6	42,8	26	78,8	46	114,8	POTENCIA 1 Horse-power (caballos vapor ingleses) Horse-power (HP) Foot-pounds per second (libras-pie/seg)	
7	44,6	27	80,6	47	116,6		
8	46,4	28	82,4	48	118,4		
9	48,2	29	84,2	49	120,2		
10	50,0	30	86,0	50	122,0		
11	51,8	31	87,8	51	123,8	DIVERSAS 1 Pounds per square inch (libras/pul²) Inches per 1.000 feet (libras/pul²) Ohms of mercury (pulg) Miles per 1.000 feet Lines per hour Feet per	
12	53,6	32	89,6	52	125,6		
13	55,4	33	91,4	53	127,4		
14	57,2	34	93,2	54	129,2		
15	59,0	35	95,0	55	131,0		

FACTORES DE CONVERSIÓN

Multiplicar	Por
550	
0,7457	
1,014	
1,356	

DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD POR FASE, EN TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS, EN FUNCIÓN DE LA POTENCIA Y DE LA TENSIÓN

La intensidad de línea viene dada por: $I = \frac{VA}{\sqrt{3} U}$ A

Potencia kVA	Tensión de la red en Voltios									
	220	380	440	3.000	6.000	10.000	15.000	20.000	25.000	30.000
10	26,2	15,78	13,11	1,9	0,96	0,58	0,38	0,29	0,23	0,19
25	65,6	37,9	32,7	4,8	2,4	1,4	0,95	0,72	0,58	0,48
50	131,1	75,9	65,5	9,6	4,8	2,9	1,9	1,4	1,2	0,96
100	262,2	151,8	131,1	19,2	9,6	5,8	3,8	2,9	2,3	1,9
160	419,5	242,9	209,7	30,7	15,4	9,2	6,1	4,6	3,7	3,1
250	655,5	379,5	327,7	48,0	24,0	14,4	9,5	7,2	5,8	4,8
400	1.048,0	607,0	524,4	76,9	38,4	23,0	15,2	11,5	9,2	7,7
630	1.652,0	956,0	826,0	121,0	60,5	36,3	23,9	18,1	14,6	12,1
1.000	2.622,0	1.578,0	1.311,0	192,0	96,1	57,7	38,0	28,8	23,1	19,2

7 TABLAS

- Potencia absorbida por motores trifásicos funcionando en vacío
- Rendimiento y cos φ de motores trifásicos
- Consumo de motores monofásicos
- Relación entre polos y velocidad
- Utilización de amperímetros
- Intensidad absorbida por un motor de corriente continua y alterna a diferentes tensiones
- Determinación de la potencia absorbida (KVA), en función de la potencia activa (KW) y el factor de potencia (cos φ)
- Mejora del factor de potencia
- Líneas para motores trifásicos a 220 V
- Potencias, rendimiento, factor de potencia e intensidades a diferentes tensiones
- Peso de los conductores de cobre y aluminio
- Datos comparativos entre el cobre y el aluminio

I Intensidad absorbida de línea
P Potencia en CV
 η Rendimiento
V Tensión de línea
 $\cos \varphi$ Factor de potencia

TABLA N° 1

Potencia absorbida por motores III funcionando en vacío

Potencia en CV	0,5	1	2	3	5	10	500	100
Consumo por CV	140	100	85	80	75	65	40	35

TABLA N° 2

Rendimiento y $\cos \varphi$ de motores III
(Según Normas DIN)

Potencia motor KW	r. p. m.	Rendimiento η	$\cos \varphi$
0,2	1500	72,5	0,70
	1000	69,5	0,66
	750	64,5	0,50
1,5	1500	82,5	0,80
	1000	81,0	0,70
	750	78,5	0,74
7,5	1500	85,0	0,85
	1000	84,0	0,83
	750	83,5	0,81
50	1500	90,0	0,90
	1000	90,0	0,88
	750	89,5	0,87
	500	89,0	0,83
100	1500	91,0	0,90
	1000	91,0	0,89
	750	91,0	0,88
	500	90,5	0,85

TABLA N° 3

Consumo de motores monofásicos a 125 V

Potencia CV	Consumo W	Intensidad A
1/6	46	0,56
1/10	73,6	0,90
1/8	92	1,15
1/4	184	2,30
1/2	268	4,50
3/4	552	6,80
1	736	9,00

TABLA N° 4

Relación entre polos y velocidad

N° polos (2p)	VELOCIDAD en r. p. m.	
	50Hz	60 Hz
2	3000	3600
4	1500	1800
6	1000	1200
8	750	900
10	600	720
12	500	600
14	428	514
16	375	450
18	333	400
20	300	360

Fórmula para calcular la velocidad en función del número de polos.

$$n = \frac{F \cdot 60}{p}$$

n: número de r.p.m.

F: Frecuencia en Hz

p: pares de polos

2 p: polos de la máquina

o bien

$$n = \frac{F \cdot 120}{2p}$$

TABLA N° 5

La tabla que se incluye a continuación, sirve como orientación para indicar el amperímetro que debe ir en un equipo en función de la potencia en CV del motor y de la tensión nominal del mismo.

Utilización de amperímetros

Escala Amperios	Alcance de lectura		Potencia en CV	
	Mínimo	Máximo	220 V	380 V
6	3	5	0,75; 1 y 1,5	2
10	5	8	2 y 3	3; 4 y 5
20	10	16	4 y 5	7,5; y 10
30	15	24	7,5	15
50	25	40	10 y 15	20 y 25
100	50	80	20; 25 y 30	30; 40 y 50
150	75	120	40	60 y 75
250	120	200	50; 60 y 75	100 y 125
400	120	320	100 y 125	150
600	300	480	150 y 200	200; 250; 300 y 350
1200	600	960	250; 300 y 375	400; 450; 500 y 600

TABLA N° 6

Intensidad absorbida por motores de corriente alterna y de corriente continua a diferentes tensiones:

Potencia útil		Rendimiento	Factor de potencia	Corriente alterna trifásica 50 Hz			Corriente alterna monofásica 50 Hz			Corriente continua			
CV	KW			Tensión			Tensión			Tensión			
				220V	380 V	500 V	220 V	110 V	220 V	110 V	220 V	440 V	550 V
0,5	0,37	0,74	0,75	1,74	1,10	0,77	1,51	6,00	3,01	4,52	2,20	1,13	1,00
0,75	0,55	0,76	0,77	2,40	1,44	1,00	2,15	8,57	4,29	6,85	3,30	1,86	1,46
1	0,74	0,78	0,80	3,10	1,79	1,37	2,58	10,8	5,36	8,50	4,29	2,15	1,80
1,2	1,10	0,79	0,82	4,47	2,50	1,97	3,87	15,5	7,75	12,7	6,36	3,18	2,80
2	1,47	0,81	0,83	5,74	3,32	2,53	4,97	19,9	9,95	16,5	8,25	4,13	3,64
2,5	1,84	0,81	0,83	7,17	4,15	3,16	6,23	24,9	12,5	20,7	10,4	5,16	4,56
3	2,21	0,82	0,83	8,52	4,83	3,75	7,36	29,6	14,8	24,5	12,3	6,13	5,40
4	2,58	0,83	0,84	11,1	6,40	4,87	9,60	38,4	19,2	32,3	16,2	8,16	7,10
5	3,08	0,85	0,85	13,4	7,89	5,90	11,6	46,3	23,2	39,4	19,7	9,84	8,66
6	4,42	0,86	0,87	15,5	9,00	6,90	13,4	53,7	26,9	46,7	23,4	11,7	10,3
7	5,15	0,86	0,87	18,2	10,5	8,00	15,7	62,6	31,4	54,5	27,3	13,7	12,0
8	5,89	0,87	0,87	20,4	11,8	9,00	17,7	70,7	35,4	61,5	30,8	15,4	13,6
9	6,62	0,87	0,87	23,0	13,3	10,1	19,8	79,6	39,8	69,2	34,6	17,3	15,3
10	7,40	0,87	0,88	25,3	14,6	11,1	21,8	87,4	43,7	75,8	38,4	19,2	17,0
11	8,12	0,87	0,88	27,8	16,1	12,3	24,1	96,0	48,0	84,5	42,3	21,2	18,6
12	8,83	0,87	0,88	30,3	17,5	13,3	26,2	105	52,5	92,0	46,0	23,0	20,4
13	9,57	0,87	0,88	32,8	19,0	14,5	28,4	114	56,8	100	50,0	25,0	22,0
14	10,3	0,87	0,88	35,4	20,5	15,6	30,6	122	61,1	108	53,8	26,8	23,8
15	11,0	0,88	0,88	37,4	21,7	16,5	32,8	130	64,9	114	57,0	28,5	25,2
16	11,8	0,88	0,88	40,0	23,2	17,8	35,0	138	69,0	124	61,8	30,4	26,8
17	12,5	0,88	0,88	42,5	24,6	18,7	37,2	147	73,4	130	64,6	32,3	28,4
18	13,2	0,88	0,89	44,5	25,8	19,9	39,4	154	76,9	137	68,5	34,2	30,2
19	14,0	0,88	0,89	46,9	27,2	20,7	40,8	162	81,0	145	72,2	36,1	31,8
20	14,7	0,88	0,89	49,4	28,6	21,8	42,7	170	85,0	152	76,0	38,0	33,6
21	15,5	0,89	0,89	51,2	29,7	22,8	44,4	178	89,7	158	79,0	39,5	34,8
22	16,2	0,89	0,89	53,8	31,1	23,6	46,5	186	93,0	166	82,7	41,4	36,4
23	16,9	0,89	0,89	56,1	32,5	24,7	48,5	195	97,2	173	86,4	43,2	38,0
24	17,7	0,89	0,89	58,5	33,9	25,8	50,7	203	102	181	90,2	45,1	39,8
25	18,4	0,89	0,89	61,0	35,3	26,9	52,7	212	106	188	94,0	47,0	41,4
30	22,1	0,89	0,90	72,4	41,9	31,5	62,7	251	126	226	113	56,4	49,6
40	29,5	0,89	0,90	96,6	55,9	42,5	83,8	334	167	300	150	75,1	66,2
50	36,8	0,90	0,91	118	68,3	52,0	102	408	204	372	186	93,0	81,8
60	44,2	0,91	0,92	139	80,2	61,0	120	480	240	441	221	111	97,0
70	51,5	0,91	0,92	162	93,5	71,0	140	560	280	515	258	129	114
80	58,9	0,91	0,92	184	107	81,1	160	640	320	589	294	147	130
90	66,2	0,91	0,92	208	120	91,2	180	719	360	662	331	166	146
100	73,6	0,92	0,93	226	131	99,3	196	789	391	727	364	182	160
125	92	0,93	0,93	279	162	123	242	967	484	900	450	225	198
150	110	0,93	0,93	335	194	148	290	1160	580	1080	540	270	238
200	147	0,93	0,93	446	259	197	387	1545	773	1440	720	360	317

TABLA N° 7

Determinación de la potencia aparente (KVA) en función de la potencia activa (KW) y del factor de potencia ($\cos \varphi$)

Potencia KW	FACTOR DE POTENCIA								
	1 KWA	0,95 KWA	0,90 KWA	0,85 KWA	0,80 KWA	0,75 KWA	0,70 KWA	0,65 KWA	
1	1	1,05	1,11	1,18	1,25	1,33	1,43	1,54	1,66
2	2	2,11	2,22	2,35	2,50	2,67	2,86	3,08	3,32
3	3	3,16	3,33	3,53	3,75	4,00	4,29	4,62	5,00
4	4	4,21	4,44	4,70	5,00	5,33	5,72	6,16	6,64
5	5	5,27	5,56	5,88	6,25	6,67	7,15	7,70	8,30
6	6	6,32	6,67	7,06	7,50	8,00	8,57	9,28	10,00
7	7	7,37	7,78	8,23	8,75	9,33	10,00	10,78	11,42
8	8	8,42	8,89	9,41	10,00	11,40	11,40	12,23	13,28
9	9	9,48	10,00	10,60	11,30	12,00	12,90	13,86	14,94
10	10	10,50	11,10	11,80	12,50	13,30	14,30	15,40	16,66

Fórmula para determinar la potencia aparente:

$$KVA = \frac{KW}{\cos \varphi}$$

TABLA N° 8

Mejora del factor de potencia

Factor de potencia original en	Factor de potencia deseado				
	100 %	95 %	90 %	85 %	80 %
50	1,732	1,403	1,248	1,112	0,982
52	1,643	1,314	1,158	1,023	0,892
54	1,559	1,230	1,074	0,939	0,808
56	1,479	1,150	0,995	0,859	0,729
58	1,405	1,076	0,920	0,785	0,654
60	1,333	1,004	0,849	0,713	0,583
62	1,266	0,937	0,781	0,646	0,515
64	1,201	0,872	0,716	0,581	0,450
66	1,138	0,810	0,654	0,518	0,388
68	1,078	0,750	0,594	0,459	0,328
72	0,964	0,635	0,480	0,344	0,214
74	0,909	0,580	0,425	0,289	0,159
76	0,855	0,527	0,371	0,235	0,105
78	0,802	0,474	0,318	0,182	0,052
80	0,750	0,421	0,266	0,130	—
82	0,698	0,369	0,214	0,078	—
84	0,646	0,317	0,162	0,026	—
86	0,593	0,265	0,109	—	—
88	0,540	0,211	0,059	—	—
90	0,484	0,155	—	—	—

Fórmula para el cálculo de la potencia reactiva (Px), haciendo uso de la tabla.

$$Px = \frac{KW \cdot \% \text{ original}}{\% \text{ deseado}}$$

Sea un receptor de 100 KW cuyo factor de potencia es de 50 % queriéndose mejorar hasta 80%. Calcular la potencia reactiva (Px):

$$Px = \frac{100}{0,982} = 101,83 \text{ KVAr}$$

TABLA N° 9

Líneas para motores III a 220 V. Para distancias cortas

Amperios por fase	Potencia en CV	Consumo	Longitud de la línea en metros			
			25	50	100	200
			Secciones mínimas aconsejables para el conductor			
2	0,5	0,6	1	1	1	2
3,5	1	1	1	1,5	2,5	4
6,5	2	2	1,5	2	4	7
15	5	4,7	2,5	4	8	16
27	10	8,7	8	8	16	30
65	25	21	20	20	35	65
125	50	41	50	50	60	120
240	100	81	150	150	150	240
480	200	162	375	375	375	480

TABLA N° 10

Potencias, rendimiento, factor de potencia e intensidades a diferentes tensiones

Potencia útil en el árbol del motor		Rendimiento aproximado	Factor de potencia	Potencia absorbida	Intensión de línea en A. para la tensión de:			
CV	KW	(1)	$\cos \varphi$	KW	220 V	380 V	500 V	660 V
0,2	0,15	0,69	0,66	0,21	0,86	0,50	0,38	0,29
0,3	0,22	0,70	0,67	0,32	1,24	0,72	0,55	0,41
0,4	0,29	0,72	0,70	0,41	1,54	0,89	0,68	0,51
0,5	0,37	0,73	0,72	0,50	1,84	1,06	0,81	0,61
0,75	0,55	0,75	0,74	0,74	2,6	1,5	1,15	0,87
1	0,74	0,76	0,76	0,97	3,35	1,95	1,47	1,1
1,5	1,1	0,78	0,78	1,4	4,8	2,8	2,1	1,6
2	1,5	0,80	0,80	1,9	6,0	3,5	2,7	2,0
2,5	1,8	0,81	0,82	2,3	7,3	4,2	3,2	2,4
3	2,2	0,81	0,83	2,7	8,6	5,0	3,8	2,9
4	2,9	0,82	0,84	3,6	11,2	6,5	4,9	3,7
5	3,7	0,84	0,84	4,4	13,7	7,9	6,0	4,6
6	4,4	0,85	0,84	5,2	16,3	9,4	7,2	5,4
7,5	5,5	0,85	0,84	6,5	20	12,1	8,9	6,8
10	7,4	0,85	0,85	8,7	26,7	15,5	11,9	8,9
12	8,8	0,86	0,86	10,3	31	18,2	13,8	10,5
15	11	0,88	0,86	12,6	38	22	16,8	12,8
18	13,3	0,88	0,87	15,6	45	26	20	15,1
20	14,7	0,88	0,87	16,8	51	29	22	16,9
30	22,1	0,89	0,88	24,8	74	43	33	25,0

(1) El rendimiento corresponde a motores con 1.500 r. p. m.

Utilizando la presente TABLA puede calcularse la Intensidad absorbida por un motor III, haciendo uso de la fórmula siguiente:

$$I = \frac{P \cdot 736}{\eta \cdot U \cdot \cos \varphi \cdot \sqrt{3}}$$

TABLA N° 11
Peso de los conductores de cobre y aluminio

Secciones mm ²	Peso de conductores kg/km					
	COBRE				ALUMINIO	
	RIGIDOS (1)		FLEXIBLES (2)		RIGIDOS (1)	
	Unipo- lares	Multipo- lares	Unipo- lares	Multipo- lares	Unipo- lares	Multipo- lares
1	8,91	9,08	9,00	9,18		
1,5	13,29	13,55	13,19	13,45		
2,5	22,12	22,56	22,02	22,46		
4	35,34	36,04	35,51	36,22		
6	53,28	54,34	53,31	54,37		
10	89,79	91,58	93,46	95,32		
16	142,41	145,25	142,32	145,16	43,41	44,27
25	225,67	230,18	221,67	226,10	68,47	69,83
35	313,00	319,20	314,60	320,90	95,10	97,00
50	424,00	432,40	449,80	458,80	129,00	131,60
70	612,80	625,10	640,80	653,60	186,00	189,70
90	849,80	866,80	845,30	862,20	259,00	264,20
120	1075,20	1096,70	1080,10	1101,70	326,00	332,50
150	1321,00	1347,40	1351,70	1378,80	400,90	408,90
185	1657,00	1690,20	1658,90	1692,05	503,00	513,10
240	2178,60	2222,20	2180,20	2223,80	661,00	674,20
300	2732,80	2787,40	2733,10	2787,80	830,00	846,60
400	3495,40	3565,30	3597,80	3669,70	1062,00	1083,20
500	4405,10	4493,20	4556,20	4647,40	1579,40	1611,00
630	5691,70	5805,60	5740,00	5854,80	1729,40	1763,00

- (1) La formación de las cuerdas rígidas hasta 4 mm² inclusive corresponde a la clase I de la IEC, las restantes corresponden a la clase 2.
(2) La formación de las cuerdas flexibles corresponde en su totalidad a la clase 5 de la IEC.

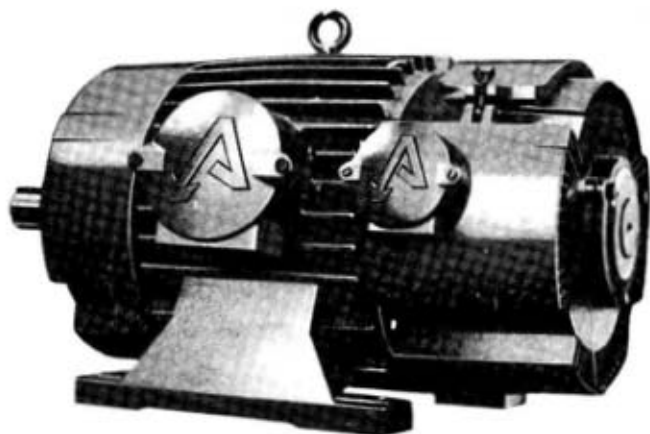
TABLA N° 12
Datos para el cobre y el aluminio

Características	Aluminio	Cobre
Peso específico a 20°C	2,7	8,89
Conductibilidad a 20°C (no recocido) $\frac{\text{m}}{\text{ohm-mm}^2}$	aprox. 35	56
Conductibilidad a 20°C (recocido)	aprox. 36	58
Coefficiente de temperatura a 20°C	0,004	0,00393
Coefficiente de transmisión de calor $\frac{\text{cal}}{\text{cm}^2 \text{ } ^\circ\text{C s}}$	0,5	0,9
Coefficiente de transmisión de calor W/cm ² °C	2,09	3,76
Punto de fusión °C	658	1083
Calor latente de fusión $\frac{\text{cal}}{\text{g}}$	100	43,3
Calor específico entre 1 y 100 °C $\frac{\text{cal}}{\text{g}^{\circ}\text{C}}$	0,22	0,09
Coefficiente de dilatación lineal entre 20 y 100 °C	24 · 10 ⁻⁶	17 · 10 ⁻⁶
Módulo de elasticidad $\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$	6.000 – 7.000	12.000 – 13.000
Susceptibilidad magnética a 18°C	+ 0,63 · 10 ⁻⁶	- 0,0086 · 10 ⁻⁶

TABLA N° 13

Datos comparativos para dos conductores de igual resistencia óhmica el uno en cobre y el otro en aluminio

		<i>Aluminio</i>	<i>Cobre</i>
Sección	$\frac{58}{36}$	1,6	1
Diámetro	$\sqrt{\frac{58}{36}}$	1,27	1
Calentamiento (por la misma corriente)		0,83	1
Peso	$\frac{2,7}{8,9} \times \frac{58}{36}$	0,5	1
Carga de rotura (no recocido)	kg/mm ²	15–19	38–45
Alargamiento		1,2–2	0,8–1,5
Carga de rotura (aluminio semiduro, cobre recocido)	kg/mm ²	12–16	25–30
Alargamiento	%	3–8	23–33



8 GENERALIDADES SOBRE MOTORES

- Datos requeridos para hacer el pedido de un motor
- Tipos de protección de los motores
- Clases de servicio
- Protección de los motores
- Motores protegidos contra explosión
- Formas de construcción de los motores
- Puesta en marcha de un motor
- Placa de características de un motor
- Formas constructivas de los motores según anclaje y posición de funcionamiento
- Normas a seguir para la elección de un contactor
- Designación de las fases y bobinas en circuitos, motores y aparatos de control
- Símbolos de motores utilizados en los esquemas de la obra
- Motores monofásicos con bobinado auxiliar de arranque
- Motor monofásico sin condensador, llamado de fase partida
- Motor universal
- Motor bifásico
- Motor trifásico
- Motor trifásico asíncrono con rotor en cortocircuito
- Motores que pueden funcionar con dos tensiones
- Formación de la 3ª fase para conexionar motores trifásicos a redes bifásicas
- Inconvenientes de un factor de potencia incorrecto y su mejora
- Arranque de motores trifásicos

DATOS REQUERIDOS PARA HACER EL PEDIDO DE UN MOTOR

1. Características de la máquina sobre la que se va a montar el motor
2. Tipo y tamaño del motor
3. Sistema de protección
4. Potencia en kW
5. Tensión de alimentación
6. Frecuencia
7. Velocidad
8. Forma de arranque
9. Forma de construcción anclaje
10. Tipos de aislamiento
11. Transmisión de movimiento (tipo)
12. Situación y forma de la caja de bornes
13. Refrigeración

TIPOS DE PROTECCION DE MOTORES

1. Abierto
2. Semiprotegido
3. Abrigado
4. Protegido
5. Semicerrado
6. Cerrado
7. Estanco
8. Hermético
9. Antideflagrante

CLASES DE SERVICIO

- S1- Servicio permanente
Periodos de funcionamiento largos, con suministro de potencia nominal.
- S2- Servicio de corta duración
La duración en servicio no debe sobrepasar el tiempo señalado en la placa de características. Al tiempo de marcha le seguirá un periodo de paro.
- S3- Servicio intermitente, sin influencia del arranque sobre la temperatura.
Los servicios son de corta duración, de manera que, en los periodos de reposo, el motor no tiene tiempo de enfriarse. Se suele admitir un tiempo de carga más reposo, de 10 mn.
- S4- Servicio intermitente con influencia del arranque sobre la temperatura.
Este tipo de servicio es similar al S3, en el que la temperatura del motor puede quedar sensiblemente afectada por las puntas de corriente debidas a los arranques.
- S5- Servicio intermitente, con influencia del arranque y del frenado sobre la temperatura.
Similar al servicio S3, teniendo un tiempo en que la temperatura del motor puede verse afectada por las puntas de arranque y por la contracorriente de frenado.
- S6- Servicio continuo con cargas intermitentes.
Durante las pausas de servicio el motor continúa conectado, sin carga; en consecuencia el motor trabaja a vacío.
- S7- Servicio ininterrumpido con arranques y frenado.
Consiste este servicio en periodos seguidos de servicio y paro, con frenado eléctrico, en los que no hay distinción entre periodos de reposo y marcha en vacío.
- S8- Servicio ininterrumpido con conmutación del número de polos del motor.
Durante este servicio el motor funciona de manera constante en diferentes velocidades que se varían de manera continua.

PROTECCION DE LOS MOTORES

Los motores tendrán el tipo de protección adecuado, de acuerdo con el lugar donde han de trabajar. Según normas DIN40050, algunos de los tipos de protección más usuales son los que siguen:

TIPOS DE PROTECCION según normas DIN 40050				
Enero 1963	Agosto 1970	Protección contra roce	Contra cuerpos extraños y polvo	Contra agua
P00	IP00 IP20	Ninguna protección Contra contacto con los dedos	Ninguna protección Contra cuerpos sólidos > 12,5 mm ϕ	Ninguna protección Ninguna protección
P20		Contra contacto con los dedos	Contra cuerpos sólidos > 8 mm ϕ	Ninguna protección
P31	IP41	Contra roce con herramientas	Contra cuerpos extraños > 1 mm ϕ	Sin influencias nocivas de goteo y similares
P32	IP43	Contra roce con herramientas	Contra cuerpos extraños > 1 mm ϕ	Sin influencias nocivas por agua en dirección vertical y oblicua hasta 30° por encima de la horizontal
P43	IP54	Contra roce con elementos auxiliares de cualquier tipo	Contra depósitos nocivos de polvo en el interior	Sin influencias nocivas contra agua que sobresalga
P44	IP55	Contra roce con elementos auxiliares de cualquier tipo	Contra depósitos nocivos de polvo en el interior	Sin influencias nocivas por agua a chorro
P54	IP65	Contra roce con elementos auxiliares de cualquier tipo	Protección completa contra polvo	Sin influencias nocivas por agua a chorro

MOTORES PROTEGIDOS CONTRA EXPLOSION

Clasificación de gases y vapores con los grupos de explosión, según normas VDE, 0171/9.57.

Grupo de explosión G1

Temperatura de inflamación 450°

Temperatura límite 360°.

Gases a que afecta este grupo:

Acetona	Etilen	Metano	Gas de combustión
Amoníaco	Benzol (puro)	Metanol	Tolueno
Etano	Cicloexano	Naftalina	Gas de agua
Acetato de etilo	Acido acético	Propano	Hidrógeno
Eticlorido	Oxido de carbón		

Grupo de explosión G2

Temperatura de inflamación 300°

Temperatura límite 240°

Gases a que afecta este grupo:

d-Butano	d-Amilacetato	d-Butilalcohol
Acetileno	Etilalcohol	d-Propilalcohol

Grupo de explosión G3

Temperatura de inflamación 300°

Temperatura límite 160°

Gases a que afecta este grupo:

Bencenos	Petróleo	Terpentina
Etilglicol	d-Hexeno	

Grupo de explosión G4

Temperatura de inflamación 135°

Temperatura límite 110°

Gases a que afecta este grupo:

Acetilaldehído

Etiléter

Grupo de explosión G5

Temperatura de inflamación 100°

Temperatura límite 80°

Gases a que afecta este grupo:

Carburo de azufre

Refrigeración de los motores y máquinas en general

Existen diferentes tipos de refrigeración, habiendo máquinas que son autorrefrigeradas, como lo son los motores en general, que llevan acoplado a su eje un ventilador para su refrigeración. En otras máquinas por el contrario, la ventilación es independiente a la máquina a refrigerar. Así pues, dispone de uno o más ventiladores, movidos por sus respectivos motores, y el aire por ellos creado incide sobre la parte a refrigerar.

Para la refrigeración de transformadores, si son de pequeña potencia usan el aire ambiente y si tienen necesidad especial, inyectándoles aire.

Para transformadores de mayor potencia, sobre todo los de media y gran potencia, se emplea para su refrigeración el aceite que baña directamente los devanados. El aceite caliente se refrigera por medio de radiadores sobre los cuales se hace pasar el aire fresco. En la actualidad los aislamientos que llevan los conductores, hilos de bobinar, soportan muy bien las temperaturas, pudiendo trabajar los motores a temperaturas muy superiores a las en que lo hacían antes.

El hecho de que se caliente un motor, no es un indicativo de que funcione mal. Ahora bien, si el calentamiento es en exceso, se estudiarán las causas que lo originan, como podría ser el haber en una fase algunas espiras en cortocircuito, a masa, menor número de espiras, sobrecarga, etc.

FORMAS DE CONSTRUCCION DE LOS MOTORES

Tipo DN.— Motores dimensionados I.E.C. Construidos con normas DIN 42673-VDE 0530.

La ventaja de este tipo de motores es que tiene intercambio con otros motores de otras marcas.

Tipo DNI.— Motores intermitentes.

Tipo DNP.— Motores de polos conmutables

Tipo DNT.— Motores de motor cambiable

Tipo eDN.— Motores antiexplosivos

Tipo DNB.— Motores de freno DNB, desarrollado del tipo DN, partiendo de las mismas dimensiones.

PUESTA EN MARCHA DE UN MOTOR

Se han de distinguir tres fases en la puesta en marcha de un motor:

- a) CONEXION.— Corresponde al momento en que se cierra el interruptor para darle corriente.
- b) ACELERACION.— Es el periodo que va desde el momento de conexión, hasta el periodo de régimen nominal.
- c) REGIMEN NOMINAL.— Cuando el motor trabaja dentro de sus valores nominales de tensión, corriente, potencia y velocidad.

PLACA DE CARACTERISTICAS DE UN MOTOR TRIFASICO (III)

Además de la marca, número de serie, protección, formas constructivas, etc.; en un motor se distinguirán los siguientes datos que van señalados en la placa de características.

Se toma como ejemplo, la placa de características tomada de un motor.

MARCA - X.X.X.
Tipo UM 1000-6
KW - 2 + CV - 2,75
U : 230 / 400 V ; I : 7,8 / 4,5A
r.p.m. - 935
Hz - 50
cos ϕ - 0,77
Aislamiento E/P
P - 33

Análisis de la placa

Identificación del motor

El motor queda identificado por su marcha y número de fabricación. Para cualquier reclamación o pedido se hará referencia a estos dos elementos de identificación.

Potencia (KW - 2; CV - 2,75)

La potencia que se indica en la placa corresponde a la potencia útil activa en eje del motor.

$$\text{Potencia útil} = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \phi \cdot \eta}{1.000} \text{ (kW)}$$

η - rendimiento

$$\text{Potencia absorbida} = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \phi}{1.000} \text{ (kW)}$$

Para una misma potencia, como podrá observarse en la práctica, las intensidades absorbidas son variables, ya que dependen del tipo de construcción del motor.

Tensiones (V - 230/400)

La tensión menor corresponde a la que han de trabajar las fases del motor.

Conexión de placas de bornes

Con red de 230 V

Con red de 400 V

Motor de 230/400 V
CONEXIÓN - Δ (triángulo)
Tensión $U_f = U$

Motor de 230/400 V
CONEXIÓN - λ (estrella)
Tensión $U_f = U/\sqrt{3}$

Intensidades (A - 7,8/4,5)

La primera intensidad corresponde a la tensión de 230 V y la segunda a 400 V.

Velocidad (r.p.m. - 935)

Si el motor es de corriente alterna, se establece la velocidad en función de la frecuencia (Hz) y del número de pares de polos de la máquina (p).

$$n = \frac{60 \cdot \text{Hz}}{p} \text{ en r. p. m.}$$

Si el motor es sincrónico, la velocidad corresponde a la dada por la fórmula.

Para motores asíncronos, la velocidad es siempre inferior a la dada por la fórmula. Un motor dará la potencia prevista, cuando la velocidad del eje corresponde a la indicada en placa de características.

Frecuencia (Hz - 50)

Los motores se conectarán a redes que corresponden a la que se indica en la placa de características. En España la frecuencia de utilización es de 50 Hz (Hercios).

Tipo de motor (rotor en cortocircuito)

En el caso considerado es motor III con rotor en cortocircuito (c/c).

Factor de potencia ($\cos \varphi - 0,77$)

El factor de potencia corresponde al coseno del ángulo de desfase entre la tensión y la intensidad, a plena carga.

Rendimiento del motor (η)

$$\eta = \frac{\text{Potencia útil} \times 100}{\text{Potencia absorbida}} \text{ en } \%$$

La potencia puede darse en caballos de vapor (CV), o en kilovatios (KW).

$$\begin{aligned} 1 \text{ CV} &= 736 \text{ W} \\ 1 \text{ KW} &= 1000 \text{ W} \\ 1 \text{ KW} &= 1,36 \text{ CV} \end{aligned}$$

Aislamiento y protección

Se tendrá en cuenta lo indicado al citar los grados de protección. A continuación se indican diferentes normas de protección utilizadas, además de las normas DIN ya citadas anteriormente, destinadas, en este caso, a catalogar grados de protección de cajas para contactores y aparatos eléctricos.

DENOMINACION	DIN (Alemania)	CEI (Internacional)	NEMA (Estados Unidos)	ASE (Suiza)	UTE (Francia)
Sin caja	P-00	IP-00	—	—	00-0
Caja protectora	P-30	IP-30	Tipo I	•	63-D
Armario protector	P-30	IP-30	Tipo I	•	63-D
Armario cerrado	P-43	IP-43	Tipo III	△	63-DJ
Armario estanco	P-54	IP-54	Tipo V	••	65-GL
Caja blindada	P-54	IP-54	Tipo V	••	67-GL
Caja antideflagrante	Ex-d-G3-2	Ex-A-II (d)	—	⊕	ADF-A II (d)-N

DESIGNACION DE FASES EN CIRCUITOS III

Línea general

1ª fase	R	L1	I	I
2ª fase	S	L2	II	II
3ª fase	T	L3	III	III
Neutro aislado	O	N	0	0
Neutro a tierra	O	NPE	0	0
Tierra		PE		

Colores que distinguen a los diferentes conductores

1ª Fase	Marrón
2ª Fase	Negro
3ª Fase	Gris
Neutro	Azul claro
Tierra, protección	Verde/amarillo

En motores III

U-V-W	Entradas motor (principios de fase)
X-Y-Z	Motor (finales de fase)

En motores monofásicos

U-V	Fase principal
W-Z	Fase auxiliar
R-T	Línea

Reostatos para el arranque de motores III

X-Y-Z	En reostatos con tres bornes
R-S-T	Para reostatos con seis bornes
U-V-W	Para reostatos trifásicos

Reostatos para el arranque de motores bifásicos

U-X/Y-W

Transformadores

U-V-W	Bornes de alta tensión
u-v-w-	Bornes de baja tensión
R-S-T	Línea

En corriente continua

Polo positivo (+)	color rojo
Polo negativo (-)	color azul

DESIGNACION DE LOS BOBINADOS EN DINAMOS Y MOTORES

A-B	Bobinado inducido
C-D	Bobinado inductor derivación
E-F	Bobinado inductor serie
G-H	Polos auxiliares
J-K	Bobinado inductor de excitación independiente

Al borne A le corresponde el + de la línea.

Reostatos de arranque

- L Empalme de línea (+)
- M Unión arrollamiento inductor derivación (borne C)
- R Empalme arrollamiento inducido (rotor-borne A)

Reostatos de regulación para dinamos

- t Borne para empalme inducido y línea (+ y borne A)
- s Borne de unión al arrollamiento inductor en derivación (borne C)
- q Borne de cortocircuito con el s (unido al borne D de la máquina)

NORMAS A SEGUIR PARA LA ELECCION DEL CONTACTOR

Dos datos importantes en la elección del contactor son:

1. Tiempo que permanecen los contactos pasando corriente a través de ellos.
2. La categoría de servicio según su aplicación.

Clasificación de los contactores, según el tiempo que permanecen los contactos pasando corriente a través de ellos.

- a. Empleo ininterrumpido.
- b. Empleo de 8 horas.
- c. Empleo temporal.
- d. Empleo intermitente

A. EMPLEO ININTERRUMPIDO

Los contactos pueden permanecer cerrados durante un tiempo ilimitado, pasando por ellos la corriente de la utilización.

B. EMPLEO DE 8 HORAS

El tiempo de empleo puede ser del orden de 8 horas de tal forma que los contactos adquieran el equilibrio térmico.

C. EMPLEO TEMPORAL

En este caso el tiempo de paso de corriente por los contactos es tal que éstos no llegan a adquirir el equilibrio térmico. El tiempo de reposo será tal que asegure que los contactos adquieran la temperatura del ambiente.

D. EMPLEO INTERMITENTE

Este empleo está constituido por una sucesión de ciclos iguales, compuesto cada uno por un tiempo de conexión en el que los contactos adquieran el equilibrio térmico y un tiempo de desconexión durante el cual los contactos adquieran la temperatura del ambiente.

Clasificación de los aparatos dentro de su empleo intermitente, teniendo en cuenta el número de maniobras a efectuar en una hora.

Clase O Número de maniobras por hora	6
Clase I Número de maniobras por hora	30
Clase II Número de maniobras por hora	150
Clase III Número de maniobras por hora	600
Clase IV Número de maniobras por hora	1200

Factor de marcha

Como quiera que, para un mismo número de maniobras por hora, las condiciones de empleo del contactor son diferentes, según el tiempo de duración de la conexión y desconexión, cada clase de uso se subdivide a su vez en cuatro regímenes de marcha, definidos por un factor de marcha (ED) expresado en % según se indica a continuación:

$$\text{Factor de marcha ED} = \frac{\text{Tiempo de marcha}}{\text{Ciclo completo}} \cdot 100 \text{ en } \%$$

$$\text{Ciclo completo} = \text{Tiempo de marcha} + \text{Tiempo de paro}$$

TABLA N° 1

Factores de marcha a considerar en cada una de las cinco clase de usos:

Factor de marcha	Clase 0 Ciclo completo 600 seg. = 10 mn.		Clase 1 Ciclo completo 120 seg. 120 seg. = 2 mn.		Clase II Ciclo completo 24 seg.		Clase III Ciclo completo 6 seg.		Clase IV Ciclo completo 3 seg.	
	Marcha seg.	Paro seg.	Marcha seg.	Paro seg.	Marcha seg.	Paro seg.	Marcha seg.	Paro seg.	Marcha seg.	Paro seg.
ED										
60	360	240	72	48	14,4	9,6	3,6	2,4	1,8	1,2
40	240	360	48	72	9,6	14,4	2,4	3,6	1,2	1,8
25	150	450	30	90	6	18	1,5	4,5	0,75	2,25
15	90	510	18	102	3,6	20,4	0,9	5,1	0,3	2,7

Categorías de servicio del aparato según sus aplicaciones

Se establecen cuatro categorías. En la tabla siguiente puede verse las clases de servicio y sus aplicaciones.

TABLA N° 2

Utilización	Cierre			Apertura			Aplicaciones características
	Tensión	Intensidad	cos φ	Tensión	Intensidad	cos φ	
Categoría AC ₁	Un	In	0,95	Un	In	0,95	Cargas no inductivas o débilmente inductivas; hornos de resistencia
Categoría AC ₂	Un	2,5 In	0,65	Un	2,5 In	0,65	Arranque de motores de anillos rozantes; inversión de marcha
Categoría AC ₃	Un	6 In	0,35	Un	In	0,35	Arranque de motores de jaula; corte a motor lanzado
Categoría AC ₄	Un	6 In	0,35	Un	6 In	0,35	Arranque de motores de jaula; inversión de marcha. Marcha a intermitencias.

Clases de servicio

A la hora de realizar el trabajo los contactores, se han de distinguir tres periodos distintos:

1. Momento de conexión (arranque)
2. Tiempo de trabajo (servicio nominal)
3. Momento de la desconexión

Los puntos 1 y 3 son de gran importancia para la vida o duración de un contactor. Las sobrecargas del periodo de arranque y los arcos formados en la desconexión, reducen sensiblemente la duración de los contactos. Así pues resulta de suma importancia el elegir para cada motor el contactor adecuado, teniendo en cuenta para su elección las indicaciones que se dan a continuación:

- a. El tipo de motor
- b. El arranque más conveniente
- c. El contactor que soporte las maniobras y trabajo del motor
- d. La extinción del arco en el momento de la desconexión, lo más rápidamente posible
- e. Dureza y composición de los contactos, adecuados a las maniobras a realizar por el contactor

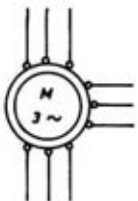
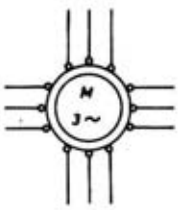
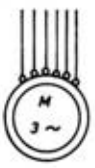
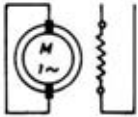
De acuerdo con lo arriba expuesto, se indican las recomendaciones de R.E.B.T. que, en su artículo 36, da los valores máximos de intensidad que pueden ser absorbidos por los motores durante el periodo de puesta en marcha en función de su potencia.

TABLA Nº 3

<i>Potencia del motor en KW</i>	Relación de la corriente de arranque a plena carga		
	<i>Motores de corriente alterna</i>		<i>Motores de corriente continua</i>
	<i>Normal</i>	<i>En aparatos de elevación</i>	
De 0,75 a 1,5	4,5	5,85	2,5
1,5 a 5	3	3,9	2
5 a 15	2	2,6	1,5
Más de 15	1,5	1,95	1,5

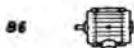
Para lograr que la intensidad absorbida no supere los límites arriba indicados, se elegirá el motor y tipo de arranque más conveniente, tales como:

- a. Arranque directo
La intensidad en el periodo de arranque para motores que lo hacen a plena carga es del orden de 5 a 7 veces la intensidad nominal (I_n)
- b. Arranque indirecto por medio de resistencias u otro tipo de reducción de la intensidad
La intensidad absorbida en el periodo de arranque representa unas 2,5 veces la intensidad nominal

SIMBOLO	DESIGNACION	SIMBOLO	DESIGNACION
	Motor asíncrono. Símbolo general.		Motor asíncrono con rotor en cortocircuito, de dos velocidades con devanados independientes.
	Motor asíncrono monofásico con inducido en cortocircuito.		Motor asíncrono trifásico con inducido en cortocircuito de dos velocidades con devanado único, consiguiéndose las dos velocidades por conmutación de polos.
	Motor asíncrono bifásico con inducido en cortocircuito.		Motor asíncrono trifásico con inducido en cortocircuito, de tres velocidades, en el que se consiguen en dos velocidades con un bobinado de polos conmutables y otro independiente.
	Motor trifásico con inducido en cortocircuito.		Motor asíncrono trifásico con inducido en cortocircuito, representado con seis bornes para hacer la conexión λ - Δ .
	Motor asíncrono trifásico con inducido de anillos.		Motor de corriente alterna con colector monofásico, serie.
	Motor trifásico con inducido de anillos en conexión triángulo.		Motor trifásico de colector tipo derivación.

MOTORES CON PATAS

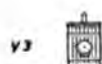
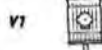
Horizontal



Vertical



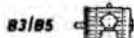
MOTORES CON BRIDAS



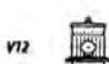
MOTORES PARA SUSPENDER



MOTORES CON BRIDAS



MOTORES CON BRIDAS EN LA CARGASA



FORMA CONSTRUCTIVA DE LOS MOTORES

En las normas DIN 42950 se indican las formas constructivas de los motores

En esta lámina se indican los motores más utilizados

Ejemplo de esquema de un motor monofásico con bobinado auxiliar de arranque

Datos a considerar:

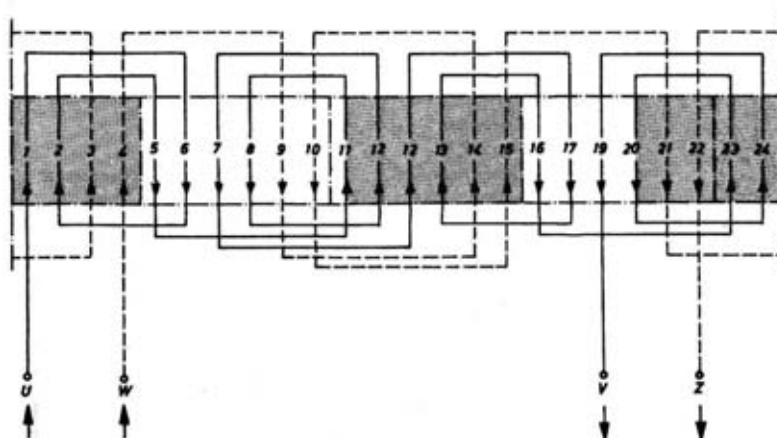
K: 24 ranuras

2p: 4 polos (1.500 r. p. m.)

q: 1 fase

Tipo de bobinado: CONCENTRICO

Conexión "por polos"



Designación de los bobinados de un motor monofásico

Bobinado principal: U-V

Bobinado auxiliar: W-Z

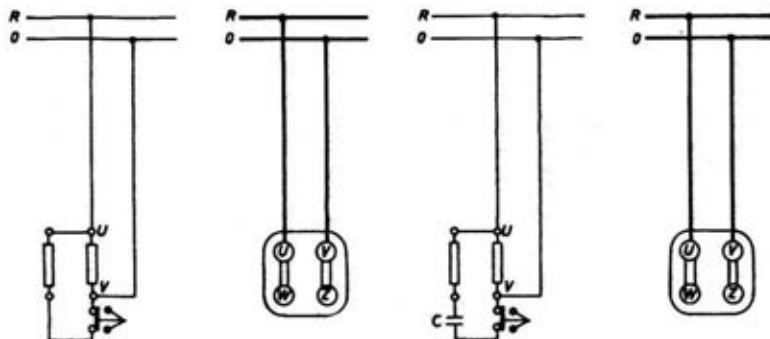


Conexión del motor monofásico

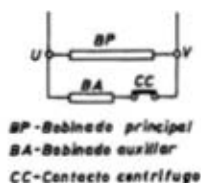
- El motor podrá ser: a) Sin condensador, llamado de fase partida
b) Con condensador

a) Sin condensador

b) Con condensador

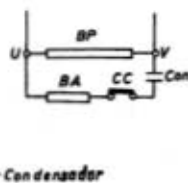


MOTOR MONOFASICO SIN CONDENSADOR LLAMADO DE FASE PARTIDA CON BOBINADO AUXILIAR DE ARRANQUE



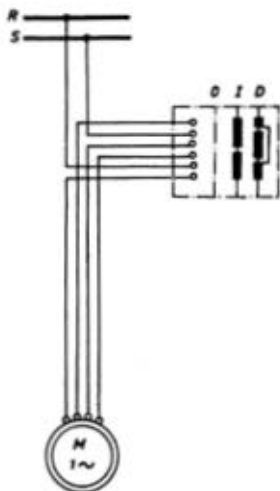
BP - Bobinado principal
BA - Bobinado auxiliar
CC - Contacto centrífugo

MOTOR MONOFASICO CON CONDENSADOR Y BOBINADO AUXILIAR DE ARRANQUE

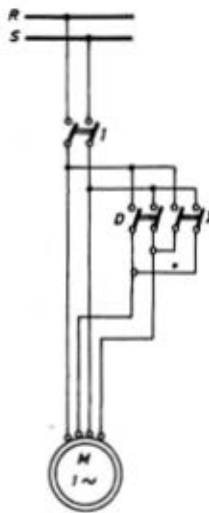


Can - Condensador

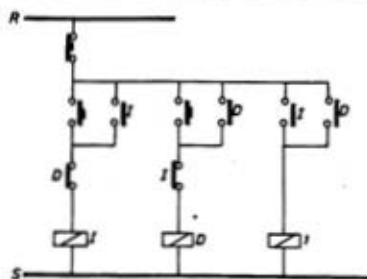
INVERSION DE GIRO PARA MOTOR MONOFASICO, CON O SIN CONDENSADOR, UTILIZANDO INVERSOR MANUAL ROTATIVO.



INVERSION DE GIRO PARA MOTOR MONOFASICO, CON O SIN CONDENSADOR, UTILIZANDO CONTACTORES.



ESQUEMA DE MANIOBRA



Ejemplo de esquema de un motor universal

Datos a considerar:

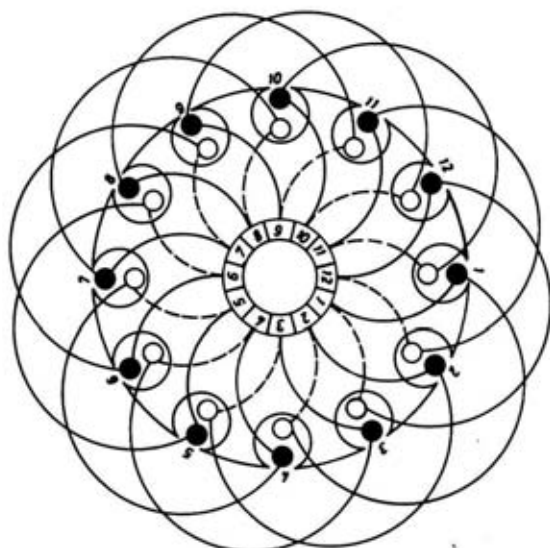
K: 12 ranuras

2p: 4 polos

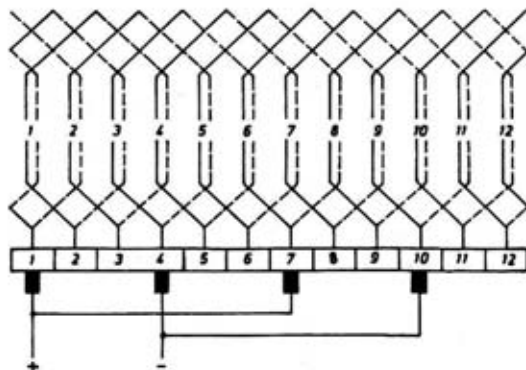
Tipo de bobinado: IMBRICADO simple progresivo

Es un equivalente del motor SERIE de c.c. Puede conectarse indistintamente en corriente alterna o continua.

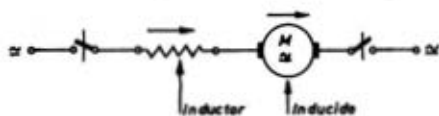
BOBINADO INDUCIDO (rotórico)



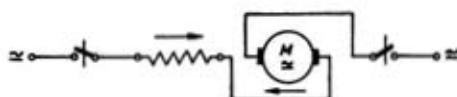
BOBINADO DESARROLLADO, (equivalente al anterior)



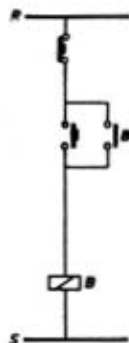
CONEXIONADO



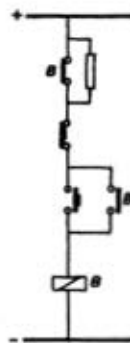
Para invertir el sentido de giro, solo se invertirá la circulación de la corriente en uno de los dos bobinados, indistintamente.



MANDO NORMAL

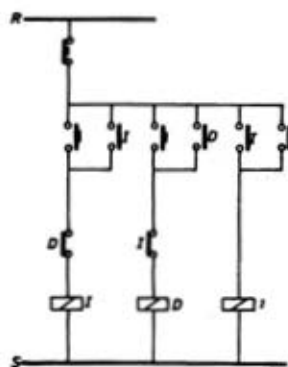
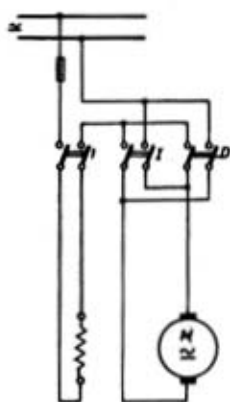


Con c.a.

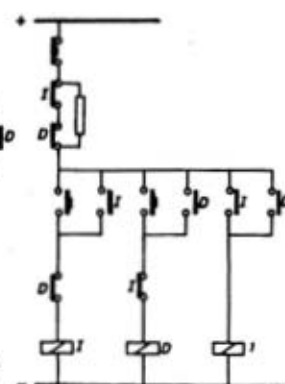


Con c.c.

INVERSOR DE GIRO



Con c.a.



Con c.c.

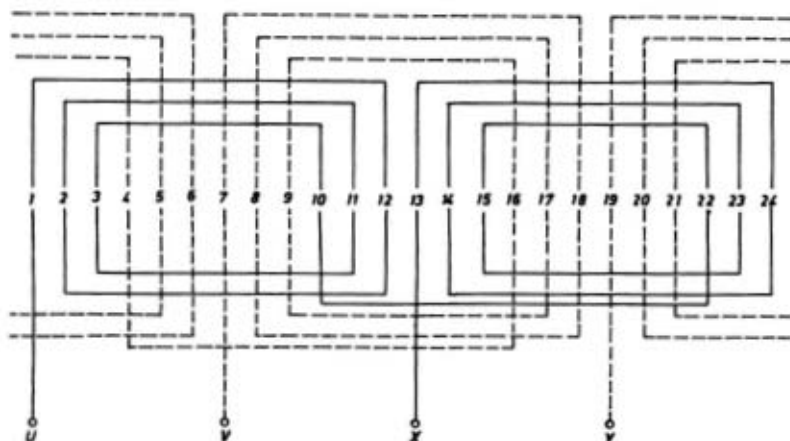
Ejemplo de esquema de un motor bifásico

Datos a considerar:

K: 24 ranuras

2p: 2 polos

q: 2 fases

Tipo de bobinado: CONCENTRICO
Conexión "por polos"

Designación de las fases de un motor bifásico

Principios: U-V

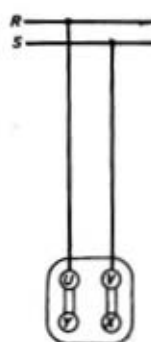
Finales: X-Y



Conexión del motor bifásico



Bobinas del motor



Placa de bornes

Ejemplo de esquema de un motor III con rotor en cortocircuito

Datos a considerar:

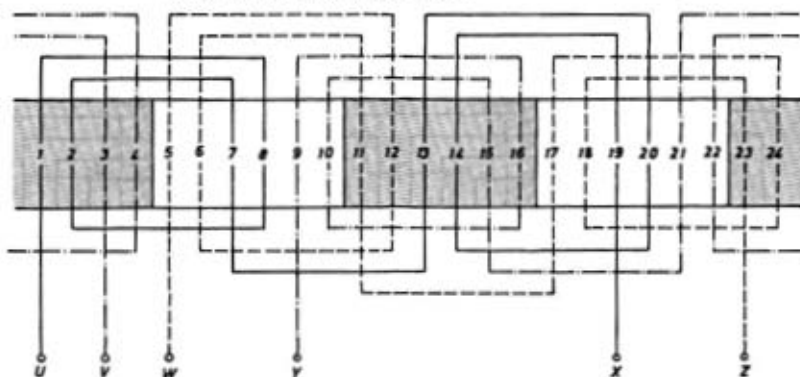
K: 24 ranuras

2p: 4 polos (1.500 r. p. m.)

q: 3 fases

Tipo de bobinado: CONCENTRICO

Conexión "por polos consecuentes"



Designación de las fases de un motor III

Principios: U-V-W

Finales: X-Y-Z



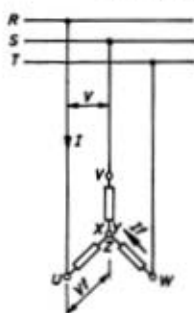
1ª FASE: U-X

2ª FASE: V-Y

3ª FASE: W-Z

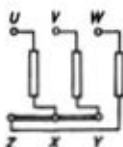
Conexiones de las fases de un motor III

En conexión estrella (λ)

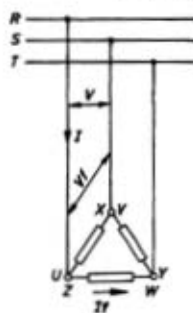


$$I_f = I$$

$$V_f = \frac{V}{\sqrt{3}}$$

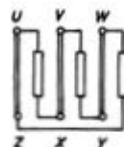
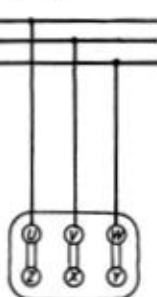


En conexión triángulo (Δ)



$$I_f = \frac{I}{\sqrt{3}}$$

$$V_f = V$$



Generalidades:

Dos casos a distinguir:

- a) Motores de dos tensiones con bobinado único y relación $1/\sqrt{3}$ de su tensión.

A este grupo pertenecen la casi totalidad de los motores utilizados normalmente.

- b) Motores de dos tensiones con doble bobinado para conexión serie-paralelo, con relación $1/2$ de su tensión.

a) MOTORES III.- Relación $1/\sqrt{3}$

La tensión que alimenta a motores trifásicos es de 230/400 V

De acuerdo con la tensión de la red y la placa de características, la conexión del motor será:

1. Con red de 230 V

Un motor cuya placa de características indica 230/400 V.

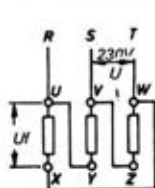
* La primera tensión corresponde a la tensión que debe trabajar cada fase del motor. Tal como puede apreciarse en la figura, la conexión que corresponde a este caso es la conexión triángulo (Δ)

2. Con red de 400 V

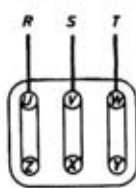
Un motor cuya placa de características indica 230/400 V.

Para que la fase del motor siga trabajando a 220 V, el motor habrá de conectarse en estrella (λ)

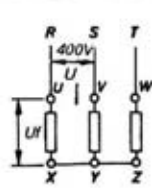
$$V_f = 400/\sqrt{3} = 230 \text{ V}$$



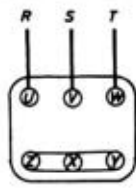
Fases del motor



Placa de bornas



Fases del motor

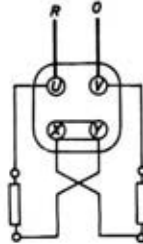
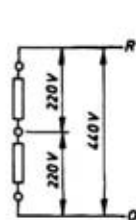
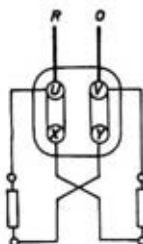
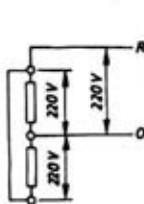


Placa de bornas

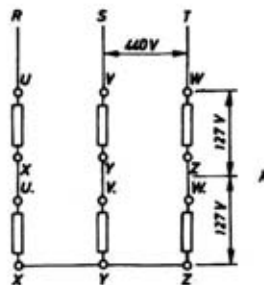
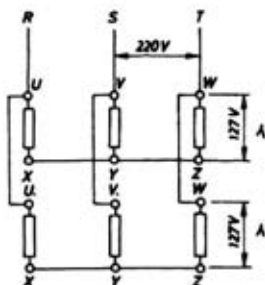
b) MOTORES MONOFASICOS.- Relación $1/2$

Para los motores de relación $1/2$, las tensiones más utilizadas son: 110, 220, 440 V.

Para la tensión menor los dos bobinados se conectarán en derivación, mientras que para la tensión mayor o doble de la menor, se conectará en serie.



Bobinados trifásicos con relación 1/2



Explicación de esta conexión

1. Con red de 220 V el motor se conectará en doble estrella, siendo la tensión que soporta cada mitad de la fase de 127 V (U_f)

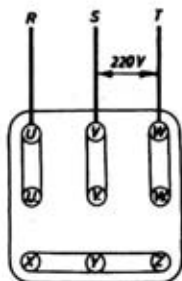
$$U_f = \frac{220}{\sqrt{3}} = 127 \text{ V}$$

2. Con red de 440 V, el motor se conectará en estrella, asegurando de esta forma que la media fase del motor esté sometida a la misma tensión que en el caso de alimentar a 220 V.

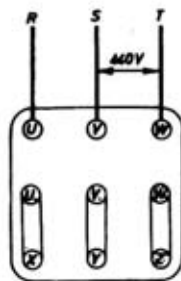
$$U_f = \frac{440}{\sqrt{3}} = 254 \text{ V}$$

$$U_{f1} = \frac{U_f}{2} = \frac{254}{2} = 127 \text{ V}$$

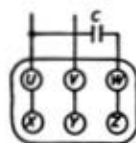
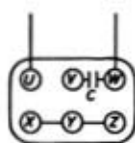
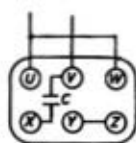
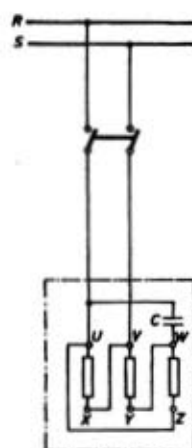
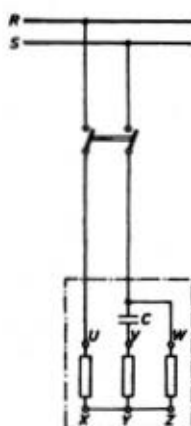
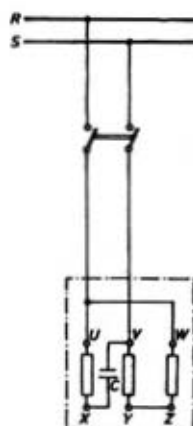
El número de bornes del bobinado es de 12, pero puede simplificarse en 3 sobre la placa de bornes, quedando ésta con 9 bornes, tal como se aprecia en la placa de bornes para tensiones de red de 220 y 440 V.



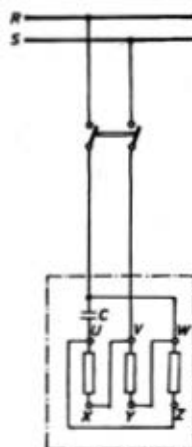
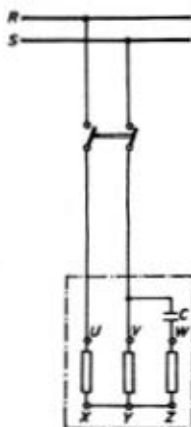
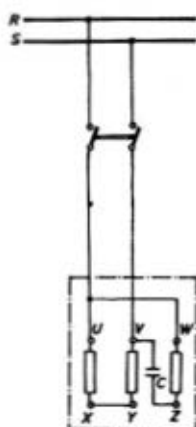
PLACA DE BORNES CON RED
DE 220 V



PLACA DE BORNES CON RED
DE 440 V



INVERSION CON RESPECTO A LOS ESQUEMAS SUPERIORES



FORMACION DE LA TERCERA FASE PARA CONEXIONAR MOTORES III A REDES MONOFASICAS

Puntos a tener en cuenta a la hora de formar la tercera fase y conectar a este nueva línea un motor trifásico.

1. La potencia se reduce entre 10 y 20 % de la que daría el motor si se conectara a una red trifásica normal.
2. La capacidad del condensador es de unos 70 mf por KW a 220 V.
3. El condensador se dimensionará para una tensión de 1,25 veces superior a la tensión de la red.
4. El par de arranque es de 40 al 50 % del par nominal, al que correspondería de trabajar el motor con red trifásica.
5. Para invertir el sentido de giro, se cambiará la posición del condensador a otra fase.
6. La conexión dispone de un buen factor de potencia.
7. El comportamiento de un motor trifásico con este tipo de conexión es muy similar al conectado a una red trifásica.

TABLA Nº 1

Valor de la capacidad del condensador para la formación de la 3ª fase, para diferentes potencias y tensiones

<i>Potencia del motor en CV</i>	<i>Valor del condensador a poner en mf</i>		
	<i>110 V</i>	<i>220 V</i>	<i>380 V</i>
0,6	90	30	12
0,8	120	40	16
1	150	50	20
1,2	180	60	24
1,4	210	70	28
1,6	240	80	32
1,8	270	90	36
2	300	100	40

Inconvenientes de un factor de potencia incorrecto

1. Tener el circuito líneas sobrecargadas o precisar de más sección.
2. Consumo de energía superior al que se precisaría, de ser correcto el factor de potencia.
3. Mayor coste de la energía consumida.

Consumen mucha energía reactiva

1. Las bobinas de los aparatos de telemando
2. Motores que funcionan en vacío o a poca carga.
3. Motores sobredimensionados
4. Motores con velocidades pequeñas
5. Motores a los que llega tensión superior a la prevista
6. Otros elementos inductivos

Mejora del factor de potencia

Para mejorar el factor de potencia, es necesario reducir la energía reactiva de autoinducción a base de conectar condensadores a la red, (energía reactiva de capacidad).

Cálculo del condensador:

- Potencia reactiva a reducir en la red, con los condensadores (Pxc)

$$P_{xc} = KW (\operatorname{tg} \varphi 2 - \operatorname{tg} \varphi 1) \text{ en KVAr}$$

KW Potencia activa de la red

$\varphi 1$ Angulo que se desea obtener

$\varphi 2$ Angulo que se tiene y que se desea mejorar

- Valor de la capacidad

$$mf = \frac{10^9 \cdot KVA_r}{2 \cdot \pi \cdot F \cdot V^2} \text{ en microfaradios}$$

mf Valor de la capacidad del condensador en mf

F Frecuencia en Hz

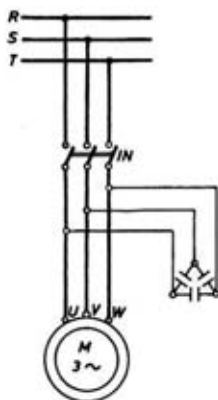
V Tensión

Cuanto mayor sea la V, menor deberá ser la capacidad. Por eso, en general, los condensadores se conectan en triángulo, por recibir mayor tensión que en estrella.

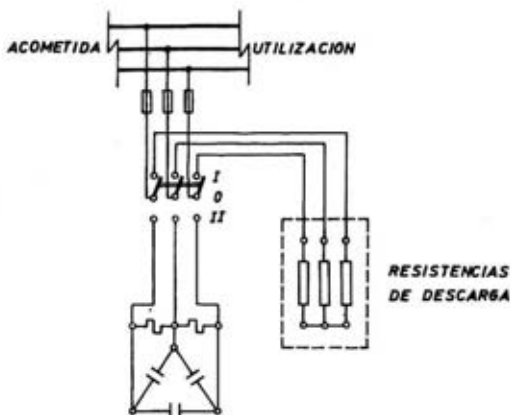
En conexión estrella los condensadores han de ser 3 veces mayores en capacidad que si la conexión fuera en triángulo.

Conexión de los condensadores a la red

1) En la utilización



2) En la acometida



ARRANQUE DE MOTORES TRIFASICOS

Existen diversas formas de arranque, de acuerdo con las características del motor y de la carga con que inician el arranque.

1. Arranque directo. Tensión directa al motor
2. Arranque a tensión reducida
 - a. Arranque en conexión estrella-triángulo (λ - Δ)
 - b. Arranque mixto λ -resistencia- Δ
 - c. Arranque por eliminación de resistencias estáticas
 - d. Arranque por resistencias rotóricas
 - e. Arranque por autotransformador
 - f. Otras formas de arranque

Arranque directo

El motor que arranca a plena carga y tensión de red tiende a absorber durante el periodo de arranque entre 5 y 7 veces la intensidad nominal.

Arranque en conexión λ - Δ

Características del arranque:

Tensión de bornes	57 %	En conexión
Corriente de arranque	33 %	De la corriente de arranque en directo
Par de arranque	33 %	Del par de arranque

Arranque por eliminación de resistencias estáticas

Características del arranque:

Número de puntos de arranque	2	3	4	
Tensión en bornes del 1 ^{er} punto	58 %	52 %	47 %	De la tensión de línea
Corriente de arranque en el 1 ^{er} punto	58 %	52 %	47 %	De la corriente en arranque directo
Par de arranque en el 1 ^{er} punto	33 %	27 %	22,5 %	Del par de arranque directo

Arranque por resistencias rotóricas

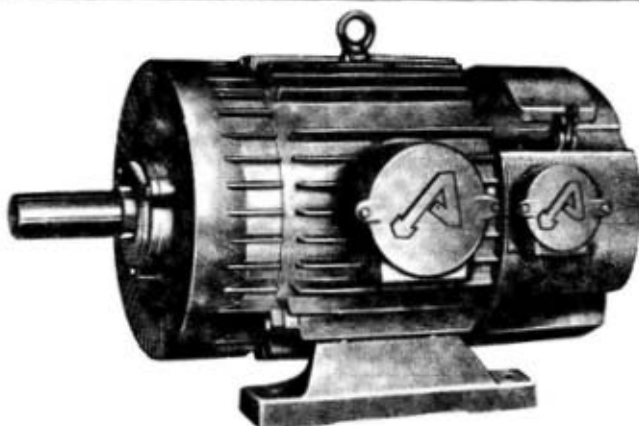
Características del arranque:

Número de puntos de arranque	2	3	4
Tensión en bornes de estator	100 %	100 %	100 %
Corriente de arranque en el 1 ^{er} punto	40 %	30 %	24 %
Par de arranque en el 1 ^{er} punto	40 %	30 %	24 %

Arranque por autotransformador

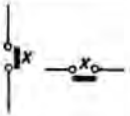
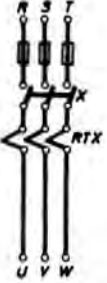
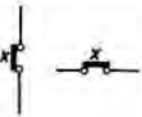
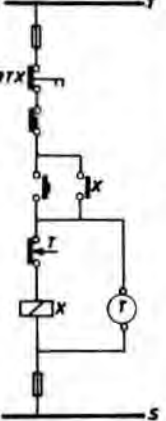
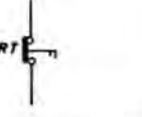
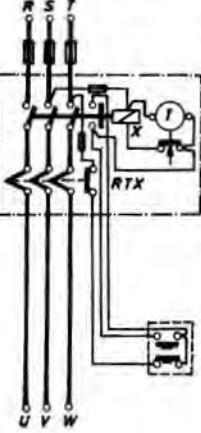
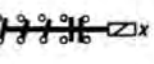
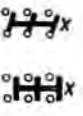
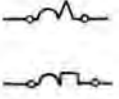
Características del arranque:

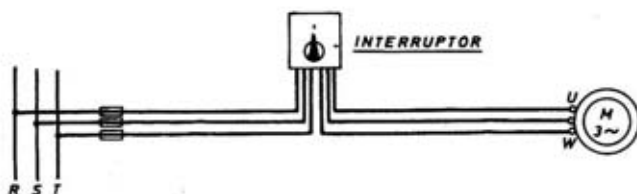
Número de puntos de arranque	2	3	
Tensión en los bornes del motor 1 ^{er} punto	65 %	55 %	De la tensión de línea
Corriente de arranque en el 1 ^{er} punto	42 %	30 %	De la corriente de arranque en directo
Par de arranque en 1 ^{er} punto	42 %	30 %	Del par de arranque directo



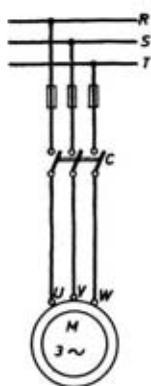
9 DIVERSAS FORMAS DE ARRANQUE DE MOTORES TRIFASICOS

- Arranque directo del motor con rotor en cortocircuito
- Inversor de giro
- Arranque de un motor en conexión estrella-triángulo (λ - Δ)
- Inversor arrancador estrella-triángulo
- Arranque mixto estrella-resistencia-triángulo
- Inversor para arranque mixto estrella-resistencia-triángulo
- ¿Dónde colocar la protección térmica o magnética en arranque λ - Δ ?
- Otras formas de reducción de la intensidad de arranque
- Arranque por medio de resistencias estatóricas en tres puntos
- Inversor con arranque por resistencias estatóricas en tres puntos
- Arranque en conexión Kusa
- Inversor con arranque en conexión Kusa
- Arranque de motor con rotor bobinado, mediante resistencias estatóricas en tres puntos
- Inversor para el arranque de motor con rotor bobinado, con resistencias estatóricas en tres puntos
- Arranque mediante autotransformador, en tres puntos
- Motor de dos velocidades con bobinados separados
- Motor de 2 velocidades con bobinado único en conexión Dahlander
- Inversor para motor de dos velocidades con bobinado en conexión Dahlander
- Motor de dos velocidades con bobinado único en conexión estrella-doble estrella
- Inversor para motor de dos velocidades con bobinado en conexión estrella-doble estrella
- Motor de tres velocidades
- Inversión para motor de tres velocidades
- Arranque de motores de tres velocidades mediante interruptores rotativos
- Motor trifásicos de colector, tipo derivación
- Motorreductores
- Formas constructivas de los motorreductores, las más importantes
- Frenado de motores
 - a. Por electroimán
 - b. Por contracorriente
 - c. Por corriente continua
- Ejemplo de un esquema completo a utilizar por el electricista en la práctica
 - a. Esquema de potencia
 - b. Esquema de maniobra
 - c. Esquema general de conexiones

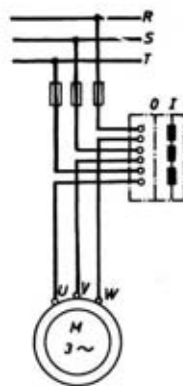
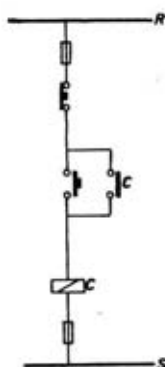
	1. Fusible. (Símbolo general) 2. Fusible reemplazable bajo tensión	REPRESENTACION DE LOS ESQUEMAS	
	Contactos abiertos en reposo 1. En posición vertical 2. En posición horizontal		Esquema de potencia Representación de conductores y contactos por los que circula la corriente que alimenta al receptor. Se dibuja con trazo grueso.
	Contactos cerrados en reposo 1. En posición vertical 2. En posición horizontal		Esquema de maniobra También llamado de principio Este esquema corresponde en su totalidad al mando de las bobinas de los contactores y de otros elementos auxiliares que pudiera tener el esquema. El electricista interpreta las instalaciones con los esquemas de potencia y maniobra, sin hacer uso del esquema general de conexiones como norma general.
	Contacto accionado por relé térmico o magnetotérmico. (RT o RMT)		Esquema general de conexiones En este dibujo, queda representado el esquema de potencia que con el de maniobra forman el general de conexiones En esquemas sencillos no entraña ninguna dificultad descifrar el funcionamiento, pero sí, en esquemas de maniobras complejas y de muchos elementos. Por este motivo solo se usan habitualmente los esquemas de potencia y maniobra.
	Contactor con todos los elementos que se consideran en el esquema		
	Contactos principales o de potencia (Dos versiones)		
	Contactos auxiliares 1. Abierto 2. Cerrado		
	Bobina, correspondiente al circuito electromagnético		
	Relé térmico (Dos versiones)		
	Relé magnetotérmico (Dos versiones) El relé magnetotérmico (RMT) en sistemas equilibrados suele ponerse en solo dos fases.		



ARRANQUE DIRECTO DE MOTOR III

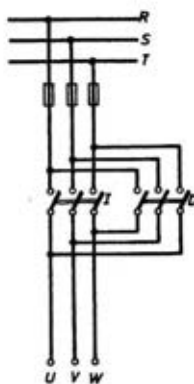


POR CONTACTORES

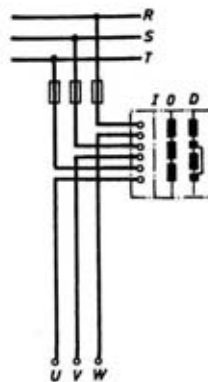
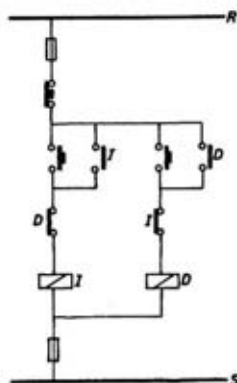


POR INTERRUPTOR ROTATIVO

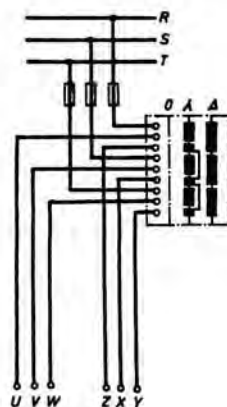
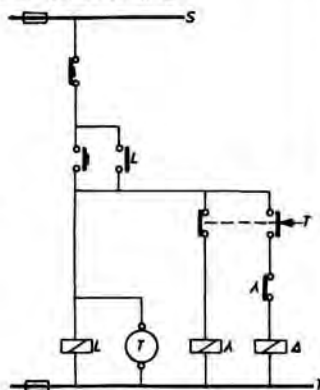
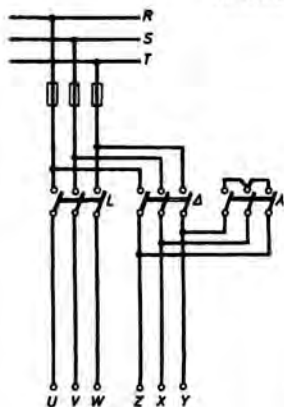
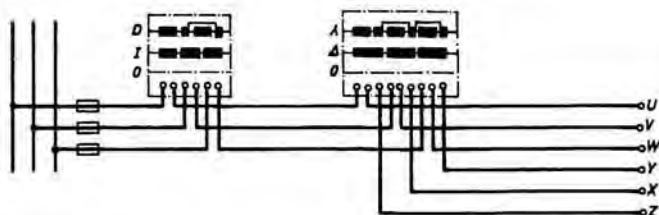
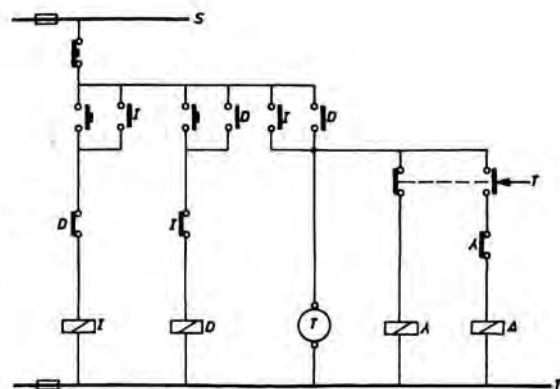
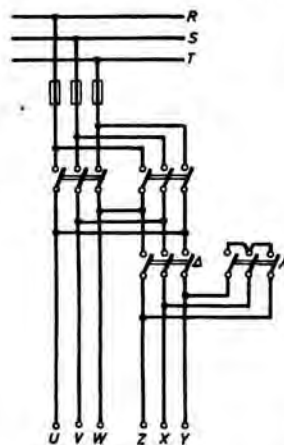
INVERSOR DE GIRO PARA MOTOR III



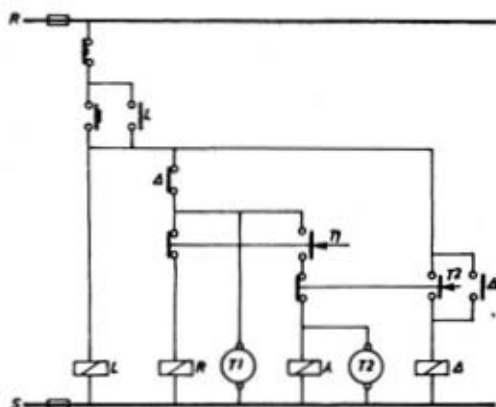
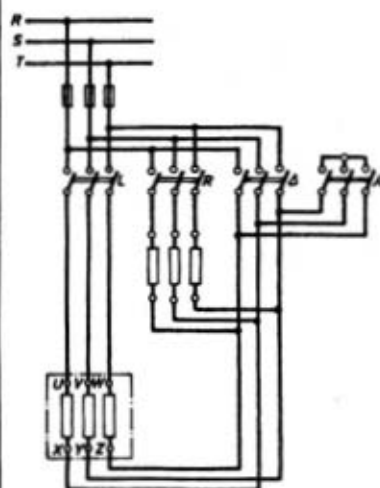
POR CONTACTORES



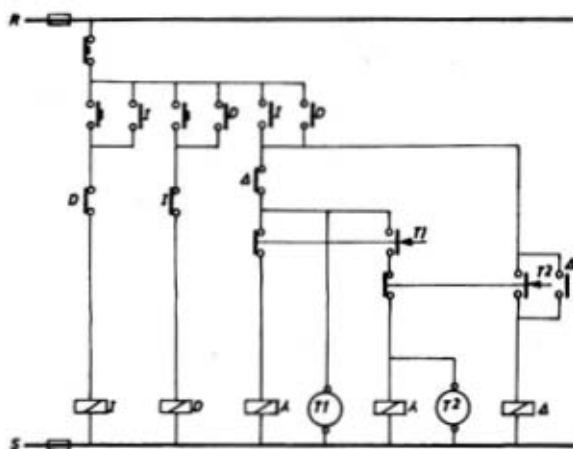
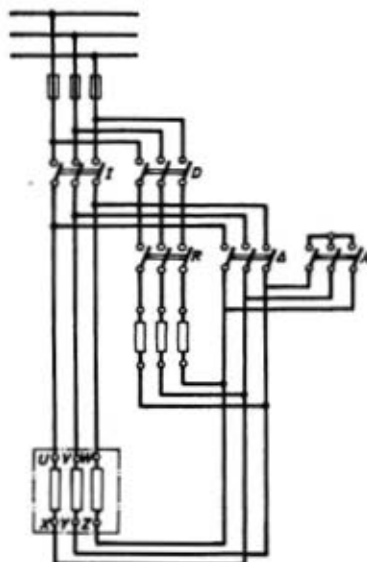
POR CONMUTADOR ROTATIVO

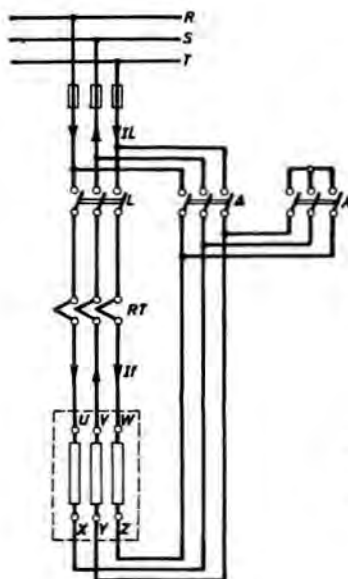
ARRANQUE EN CONEXION Δ - Δ INVERSOR ARRANCADOR Δ - Δ 

ARRANQUE MIXTO EN TRES PUNTOS DE TENSION .A-RESISTENCIA-A



INVERSION PARA EL ARRANQUE MIXTO EN TRES PUNTOS





Diferencias que se dan en un esquema de potencia del arrancador estrella-triángulo, según sea la parte del esquema donde se coloque el relé térmico o magnetotérmico.

Caso n° 1

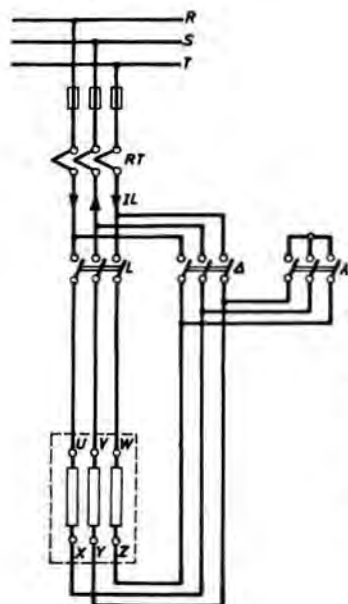
Colocando el relé térmico entre el contactor L y el motor.

En este caso, la intensidad que circula por el relé térmico será igual a la que corresponde a I_f , intensidad de fase.

$$I_f = \frac{I_L}{\sqrt{3}}$$

Para un motor de 7 kW a 230 V que absorbe una intensidad de $I_L = 27$ A, la intensidad que circula por el relé, y para la que debe ser calculado el relé térmico o magnetotérmico, será:

$$I_f = \frac{I_L}{\sqrt{3}} = \frac{27}{\sqrt{3}} = 15,5 \text{ A}$$



Caso n° 2

Colocando el relé antes de los contactores, es decir, en la línea.

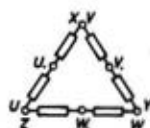
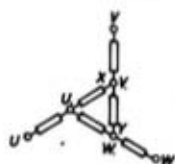
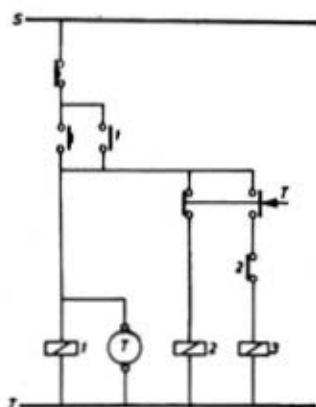
En este caso, la intensidad que circula por el relé será igual a la de la línea.

Para el mismo motor de 7 kW, la intensidad que circula por el relé, y para el que debe ser calculado el relé térmico o magnetotérmico, será:

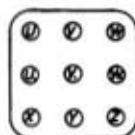
$$I_L = 27 \text{ A}$$

Queda clara la diferencia que existe entre colocar el relé en uno u otro lado.

REDUCCION DE INTENSIDAD ABSORBIDA EN EL ARRANQUE



Placa de bornas



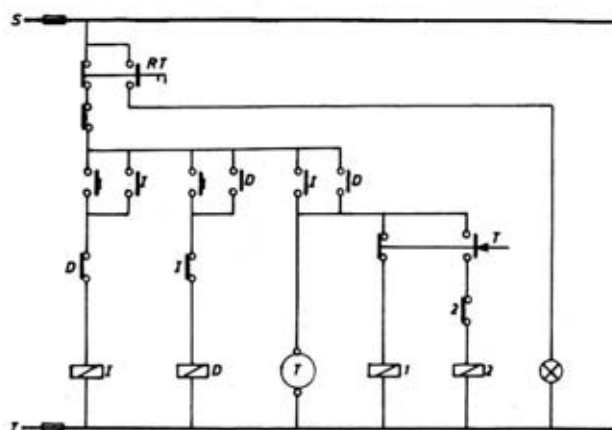
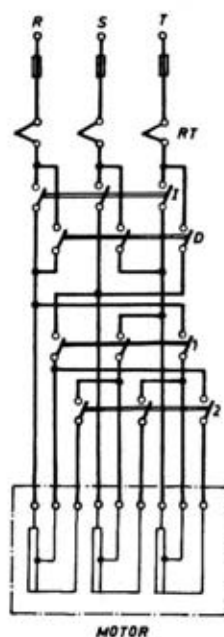
Otras formas de reducir la intensidad absorbida en el periodo de arranque, consiste en utilizar motores en los que puede hacerse conexión especial. Para ello, cada una de las tres fases dispondrá de un punto medio U.V.W., realizándose la conexión como sigue:

El arranque se hará en conexión λ - Δ alimentado por U-V-W, consiguiéndose con esta conexión mixta un 55 % de reducción en la corriente de arranque y el par de hacerlo de forma directa en triángulo (Δ)-Contactores 1-2.

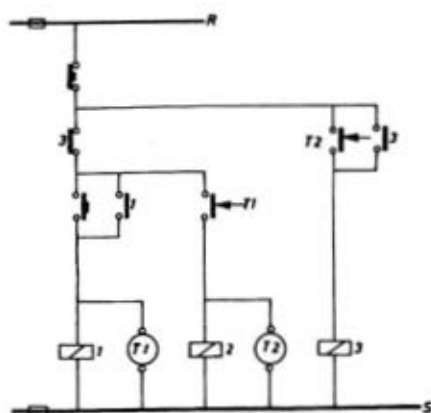
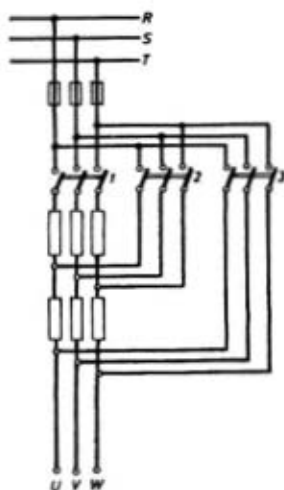
Después de transcurrido el tiempo de arranque en el que el motor ha adquirido al menos el 80 % de la velocidad nominal, se pasará a la conexión triángulo (Δ), en la que las fases del motor adquieren el 100 % de la tensión de la línea.

La placa de bornes tiene nueve contactos que no deberán confundirse con los de un motor de dos velocidades con conmutación de polos.

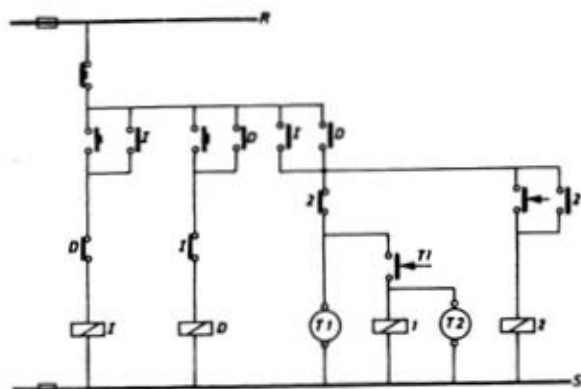
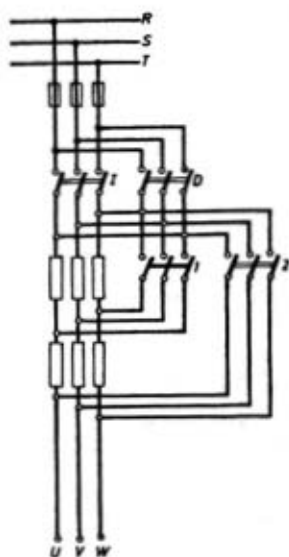
REDUCCION DE INTENSIDAD ABSORBIDA EN EL ARRANQUE (Inversor)



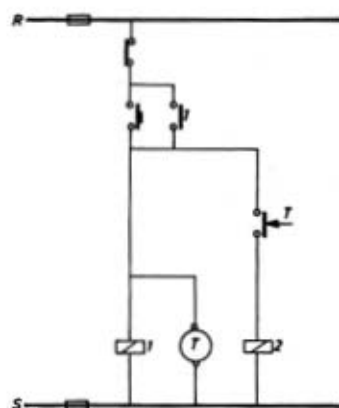
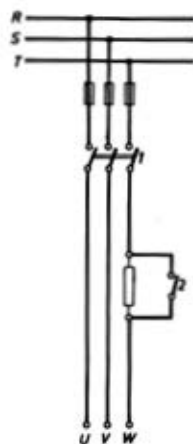
ARRANQUE DE MOTOR III POR RESISTENCIAS ESTATORICAS
(EN 3 PUNTOS)



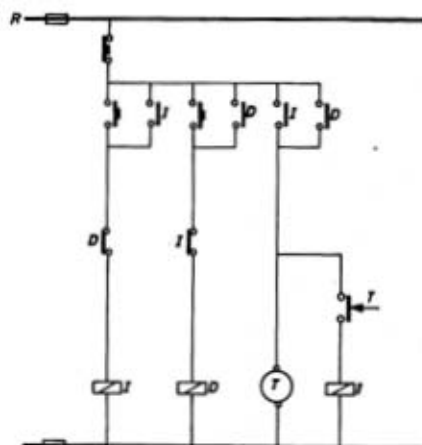
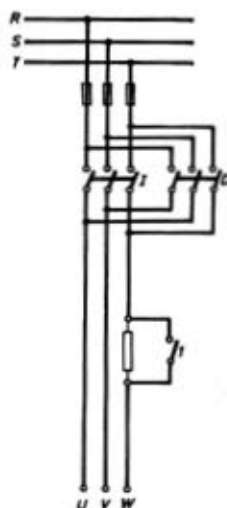
INVERSOR PARA EL ARRANQUE POR RESISTENCIAS ESTATORICAS
(EN 3 PUNTOS)



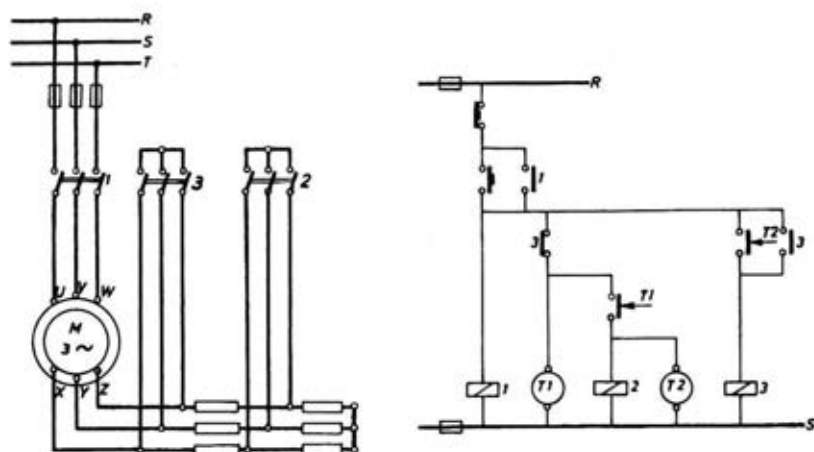
ARRANQUE EN CONEXION KUSA



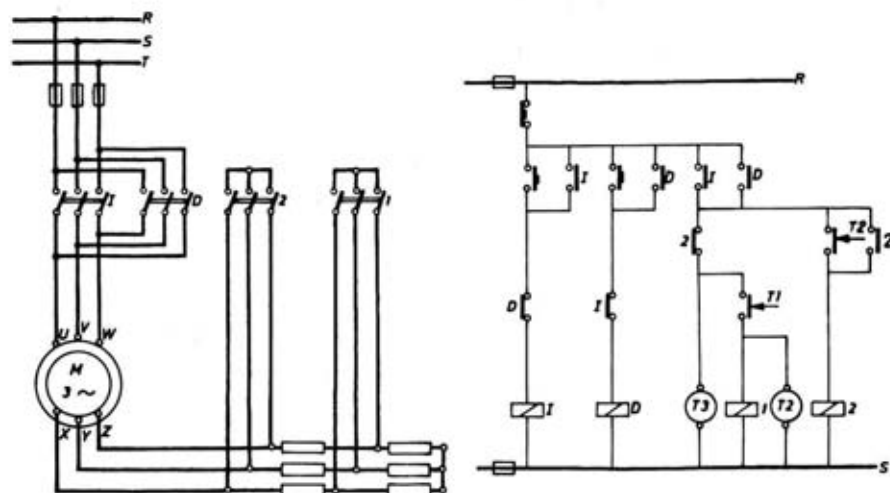
ARRANQUE EN CONEXION KUSA CON INVERSION

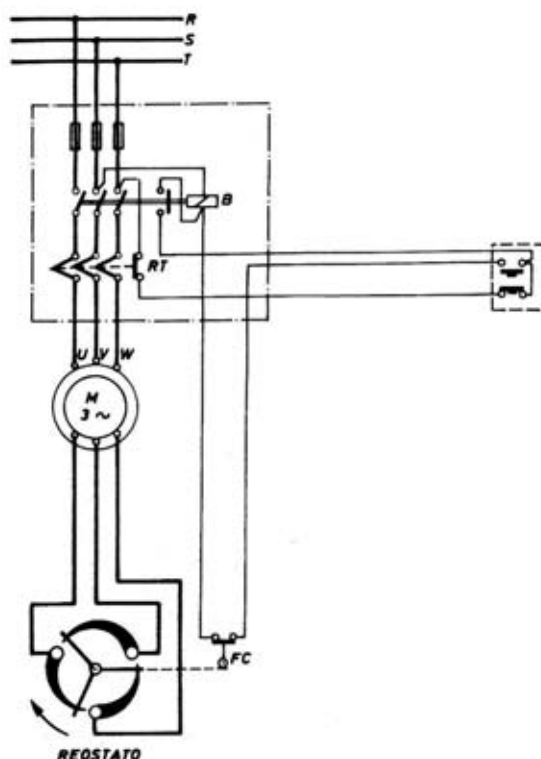


ARRANQUE DE MOTOR III CON ROTOR BOBINADO POR RESISTENCIAS ROTÓRICAS
(EN 3 PUNTOS)



INVERSOR PARA EL ARRANQUE DE MOTOR III CON ROTOR BOBINADO POR RESISTENCIAS ROTÓRICAS
(EN 3 PUNTOS)





Arranque semiautomático de motor con rotor bobinado, mediante resistencias accionadas manualmente.

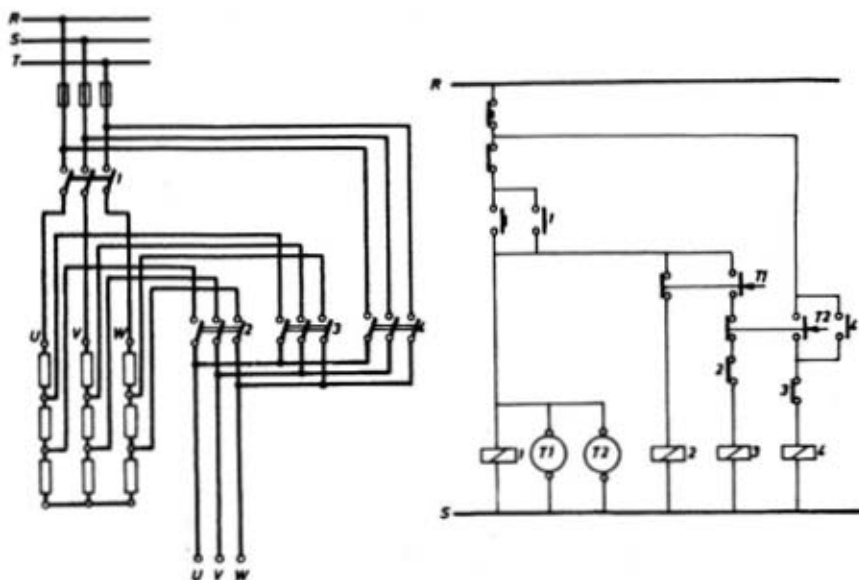
En este esquema no es posible el arranque del motor si las resistencias no están en su valor máximo. La maniobra se hace desde una caja de pulsadores.

Con el motor de rotor bobinado, es posible variar la velocidad del motor a costa de reducir considerablemente el par nominal y de arranque.

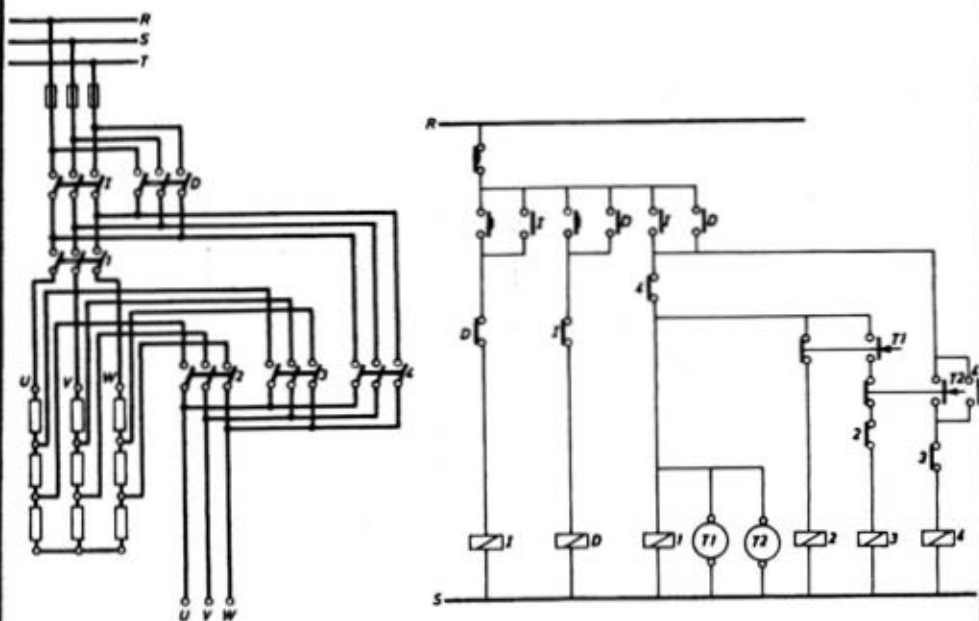
Cuando se han de instalar motores de rotor bobinado en los que se ha de regular la velocidad, la potencia de éstos debe estar sobredimensionada.

Con este tipo de conexión se puede conseguir una variación de velocidad entre 20 y 30 % de la nominal.

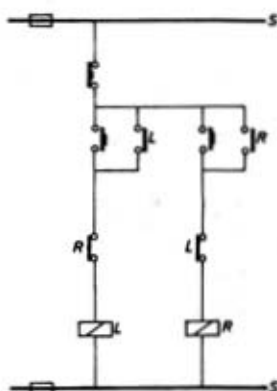
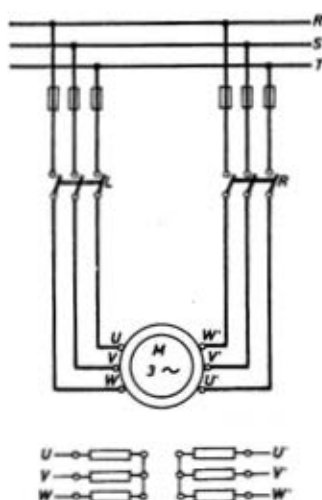
ARRANQUE POR AUTOTRANSFORMADOR EN TRES PUNTOS



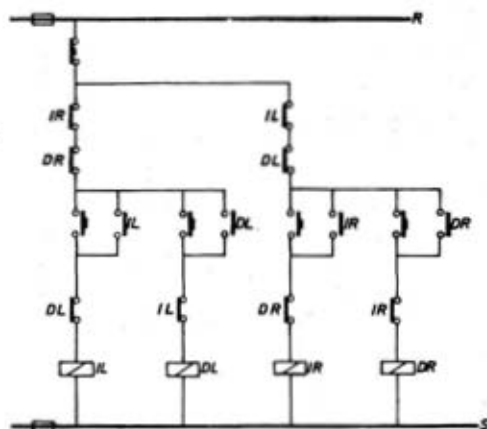
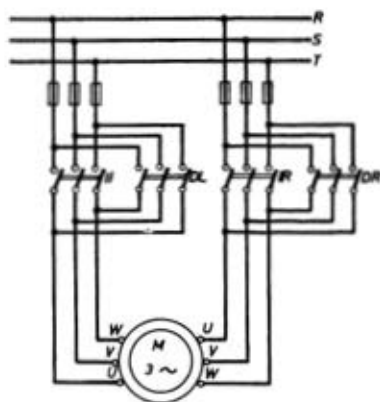
INVERSOR PARA EL ARRANQUE POR AUTOTRANSFORMADOR



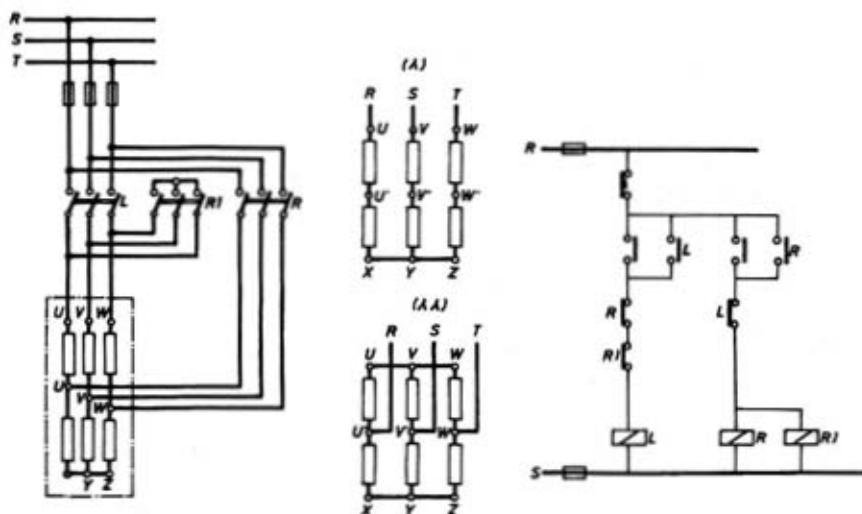
MOTOR DE 2 VELOCIDADES CON BOBINADOS SEPARADOS



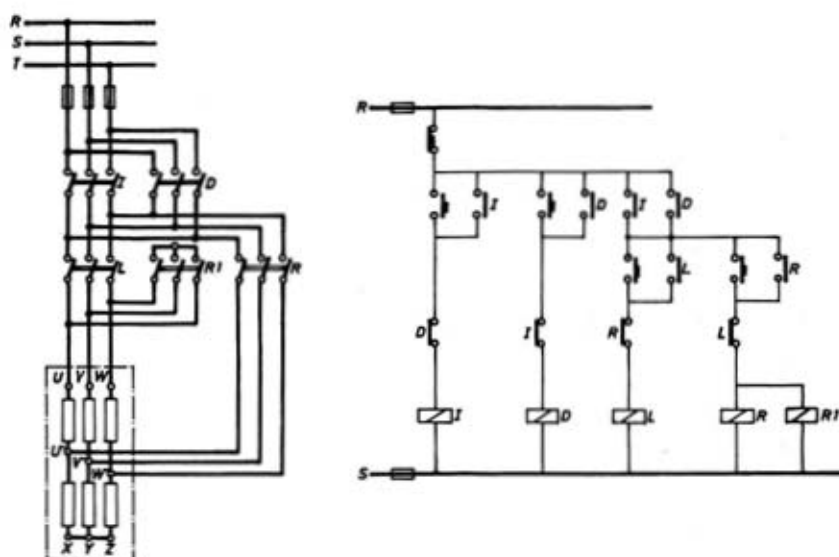
INVERSOR PARA MOTOR DE 2 VELOCIDADES CON BOBINADOS SEPARADOS



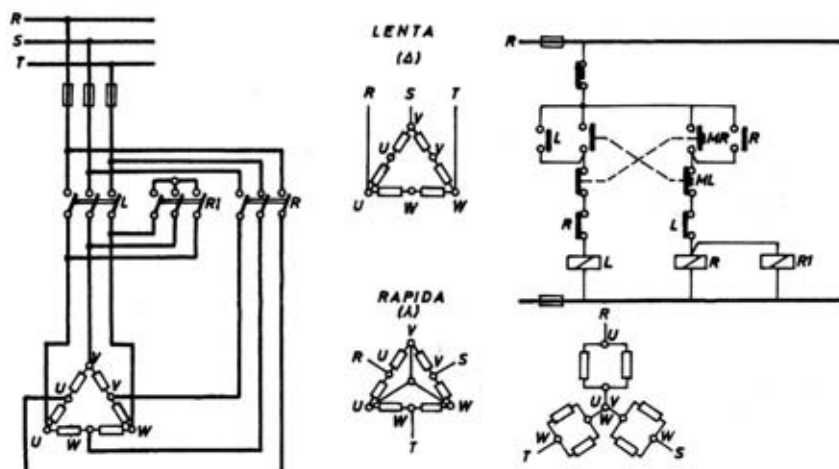
MOTOR DE 2 VELOCIDADES CON BOBINADO UNICO EN A-AA



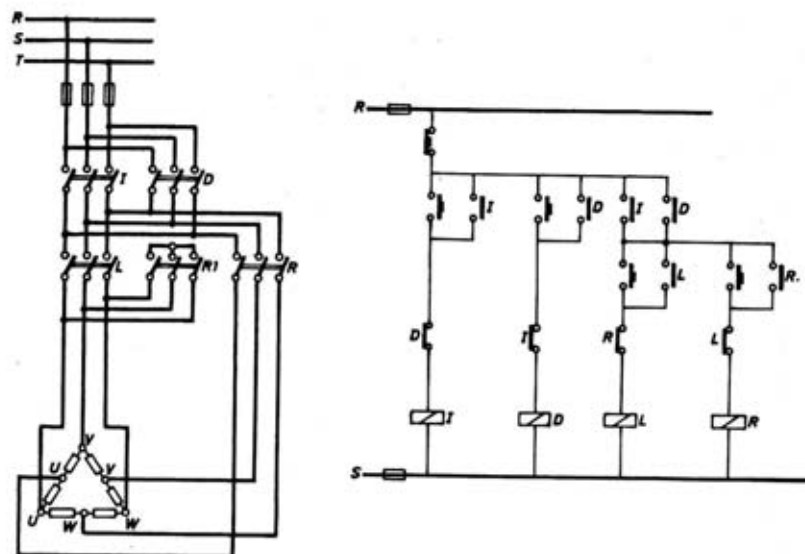
INVERSOR PARA MOTOR DE 2 VELOCIDADES CON BOBINADO UNICO EN A-AA



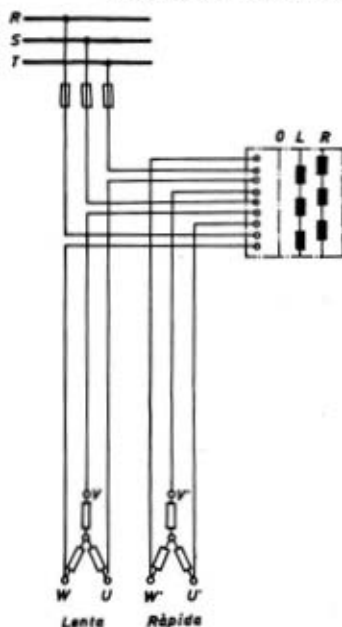
MOTOR III DE DOS VELOCIDADES CON BOBINADO UNICO TIPO DAHLANDER



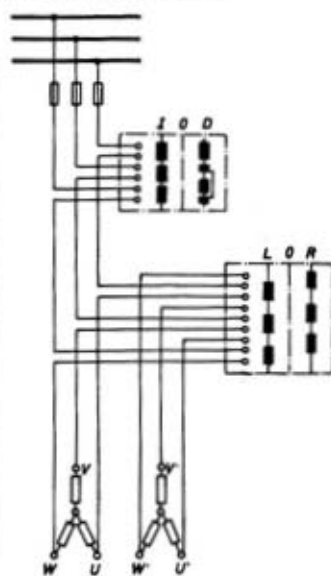
INVERSOR PARA MOTOR III DE DOS VELOCIDADES EN CONEXION DAHLANDER



MOTOR DE DOS VELOCIDADES CON BOBINADOS SEPARADOS

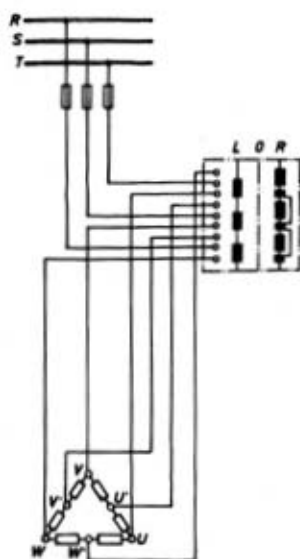


UN SENTIDO DE GIRO

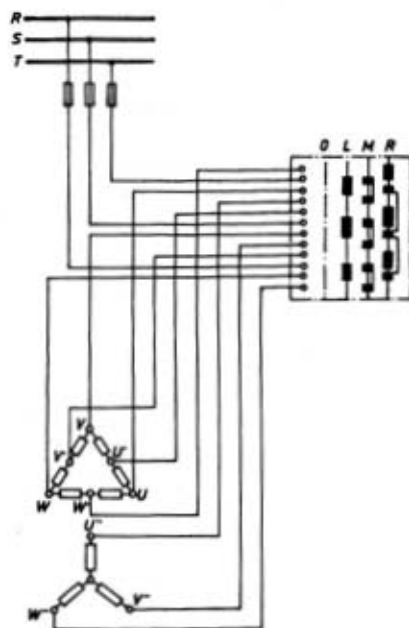


INVERSION DE GIRO

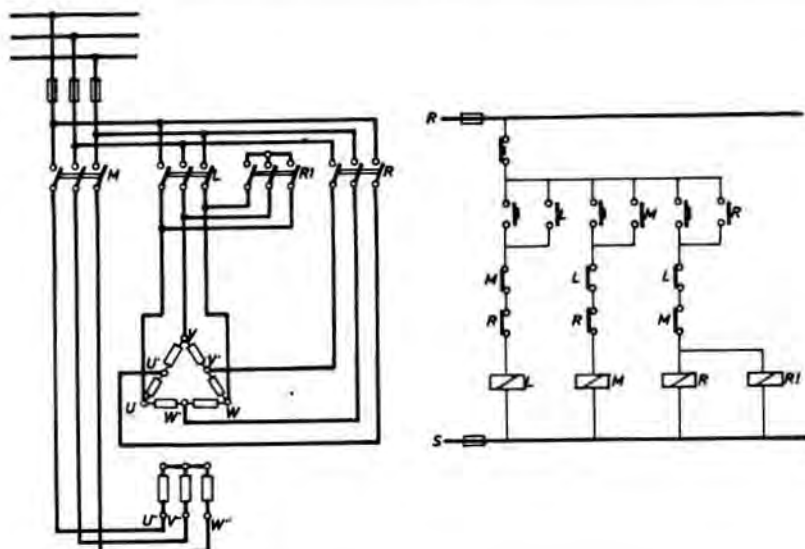
MOTOR DE DOS VELOCIDADES CON BOBINADO UNICO EN CONEXION DAHLANDER



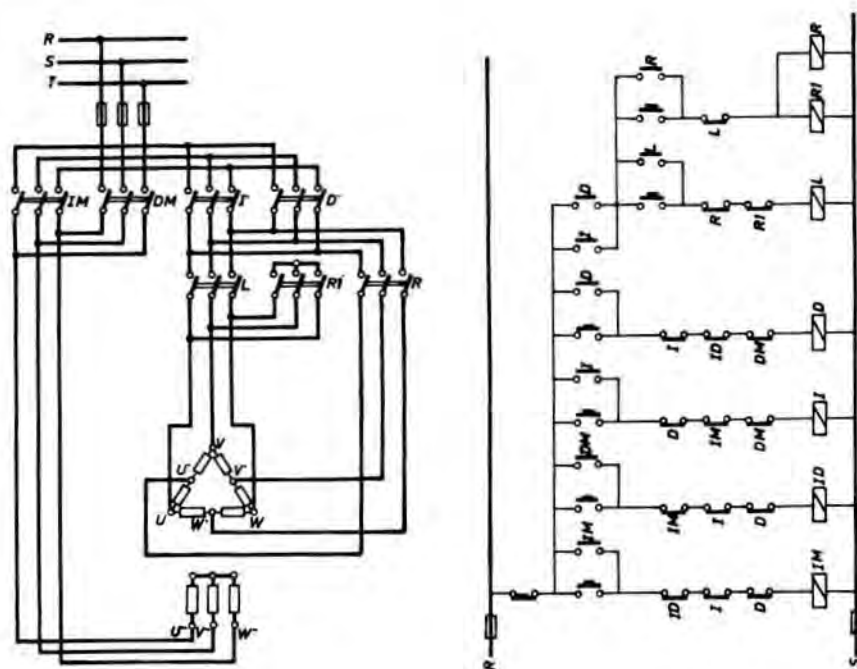
MOTOR DE TRES VELOCIDADES



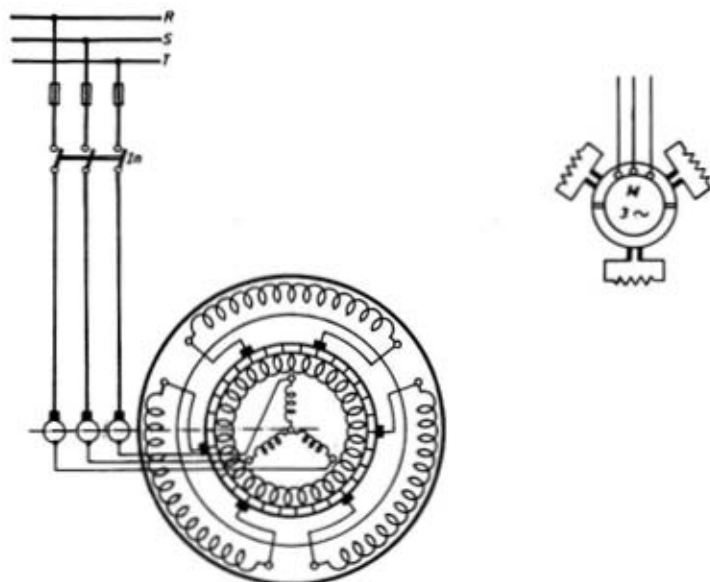
MOTOR DE 3 VELOCIDADES



MOTOR DE TRES VELOCIDADES CON INVERSION DE GIRO



MOTOR TRIFASICO DE COLECTOR TIPO DERIVACION



Con este tipo de motor se consigue variar la velocidad entre 50 y 150 % de la velocidad sincrónica. Es posible una mayor variación de la velocidad, pero, afectando a la potencia, que descende.

La variación de la velocidad se consigue moviendo las escobillas. Mayor variación se consigue intercalando resistencias entre los anillos de deslizamiento y el bobinado estático.

El comportamiento de la velocidad respecto a la variación de carga se puede considerar relativamente bueno, ya que no le afectan en más del 10 %. Para el arranque es conveniente comenzar con la velocidad más baja, ya que se consigue un buen par de arranque, que representa unas 2,5 veces el nominal.

No es un motor muy empleado. Se construye para potencias de hasta 300 kW. Motores trifásicos con colector se construyen de tipo serie y derivación.

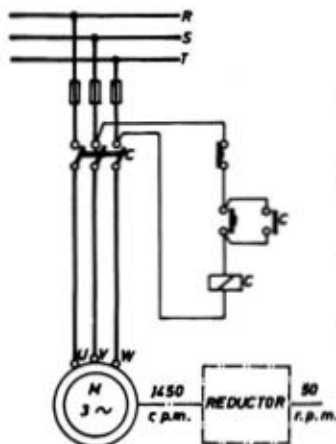
Generalidades

Existen diversas formas de conseguir en la utilización, dos, tres, cuatro o más velocidades, e incluso variación, utilizando motores asíncronos, tales como:

- Motor con bobinados separados, (dos velocidades)
- Motor con conmutación de polos, (dos velocidades)
- Motor con rotor en cortocircuito, (una sola velocidad)

Otros motores utilizados son los de corriente continua, para los que se utilizan muy diferentes medios de regulación.

Existen otras formas de conseguir una, dos o más velocidades a partir de un motor con una velocidad al que se le acopla un reductor, formando el grupo un conjunto al que se llama motorreductor.

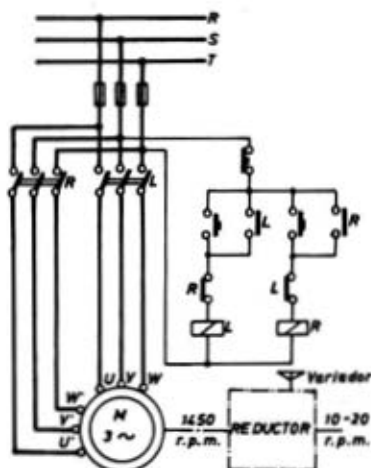


Motorreductor con salida fija

En el esquema representado se estudia un motorreductor que tiene una relación de transformación de 1.450/50 r. p. m.

La potencia del motor coincidirá con la del reductor.

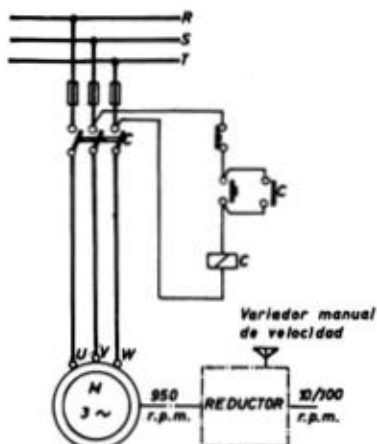
El mando del equipo se realiza desde una caja de pulsadores.



Motorreductor con varias velocidades fijas (sin variación)

Para conseguir varias velocidades se utilizan motores de 2, 3 ó 4 velocidades.

En el esquema representado se ha utilizado un motor de dos velocidades con devanados separados, siendo las velocidades del motor de 1.450 y 720 r. p. m. y de 20 y 10 r. p. m. para el reductor.

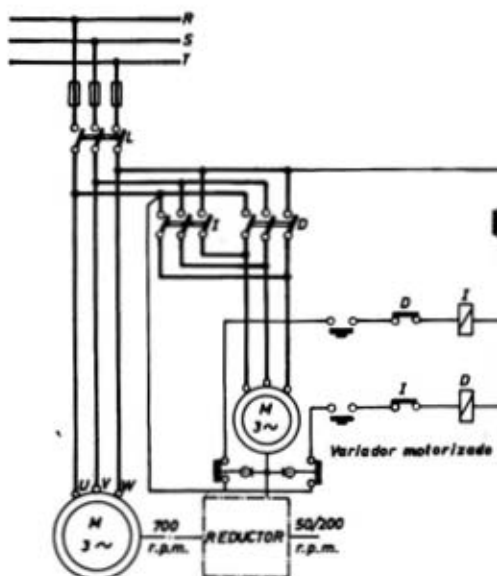


Motorreductor variador

Para este caso el motor es de una sola velocidad, siendo el reductor variador de velocidad al conseguirse modificar mecánicamente el diámetro de poleas. En el ejemplo estudiado la velocidad dada por el motorreductor puede variar entre 10 y 100 r. p. m.

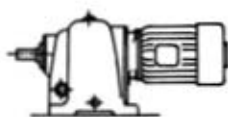
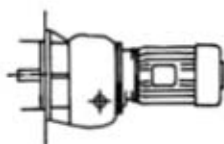
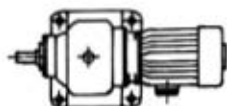
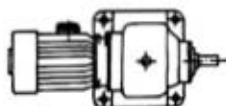
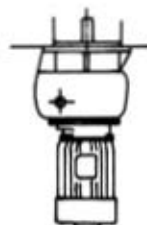
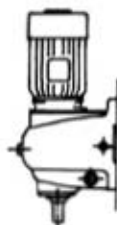
Por medio de un volante se consigue la variación de velocidad.

La forma de arranque será adecuada a la potencia del motor y a la carga con que deba iniciar el arranque.

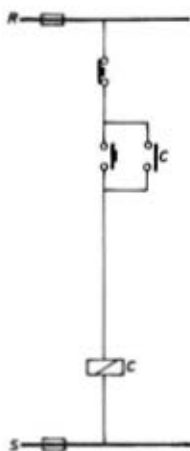
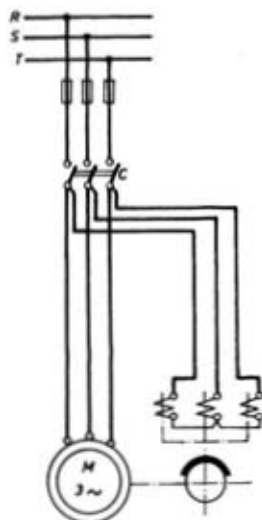


Motorreductor con variador accionado eléctricamente

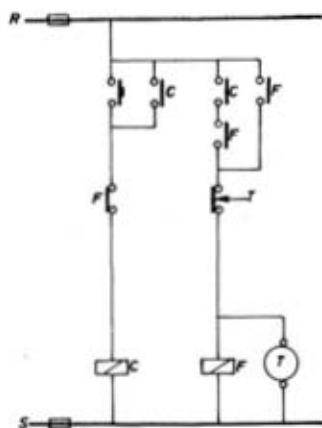
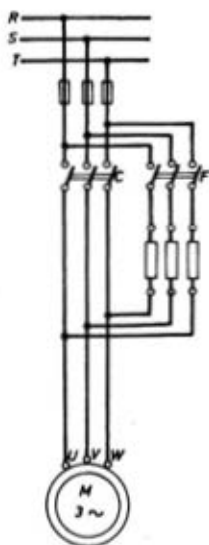
La velocidad de salida del reductor podrá aumentarse o disminuirse, pulsando en el botón correspondiente del inversor que acciona el variador.

*DISPOSICION HORIZONTAL**DISPOSICION VERTICAL***B3****B5****V1****B6****B7****V2****B8****V5****V6**

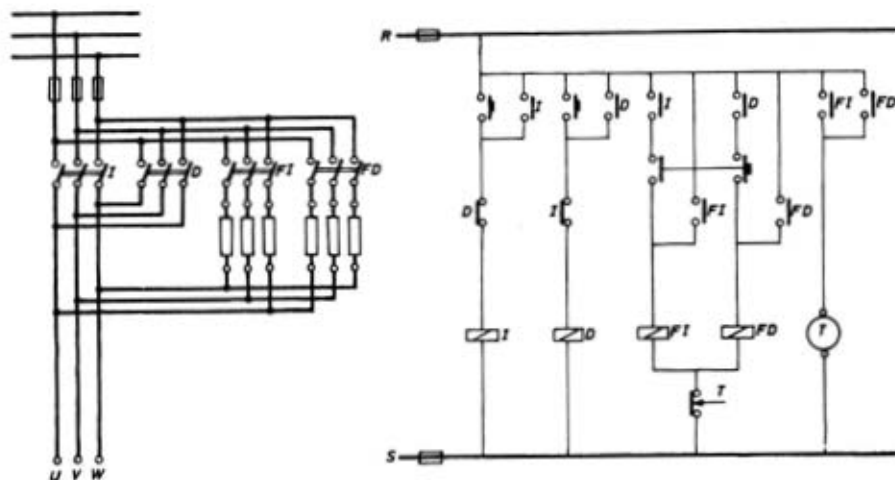
FRENADO POR ELECTROFRENO



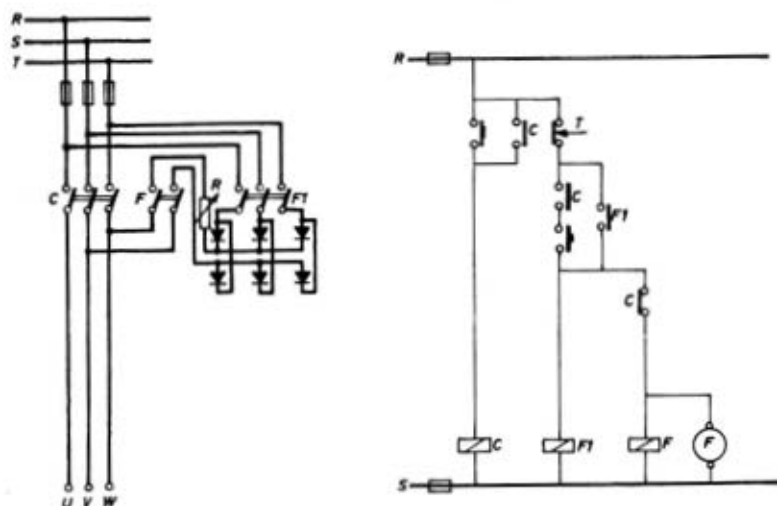
FRENADO POR CONTRACORRIENTE CON RESISTENCIA

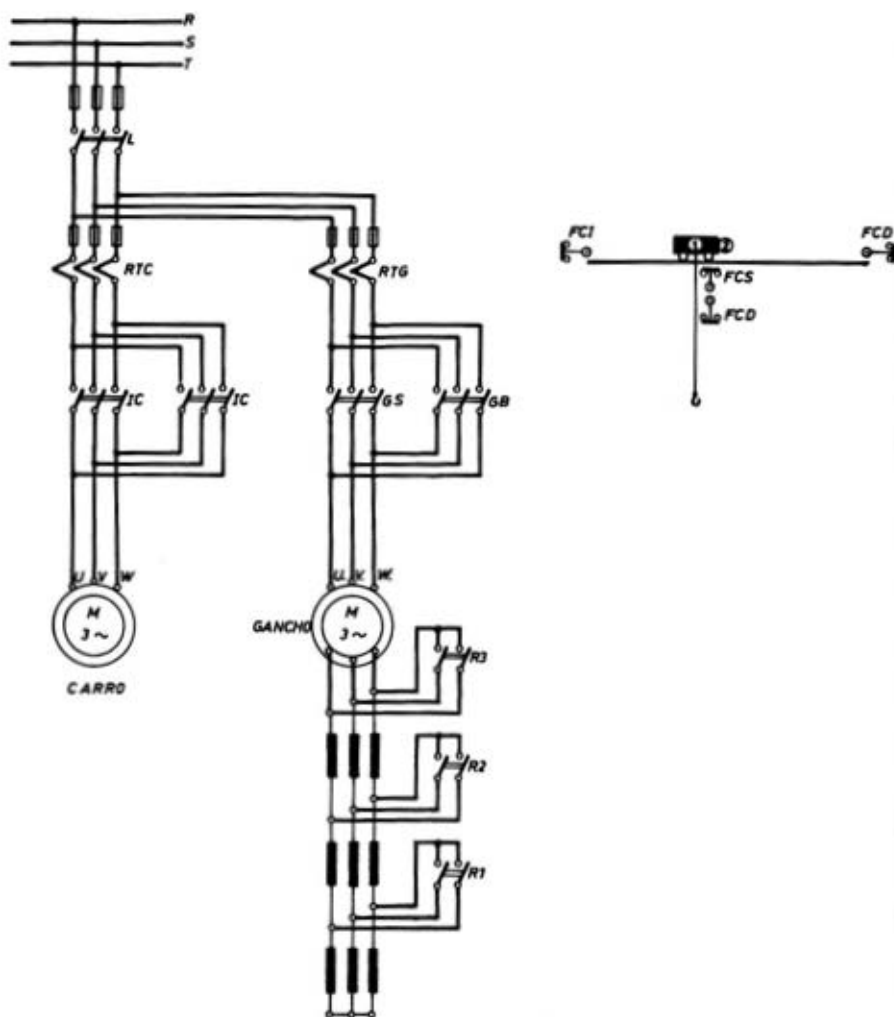


FRENADO POR CONTRACORRIENTE PARA LOS DOS SENTIDOS DE GIRO



FRENADO POR CORRIENTE CONTINUA

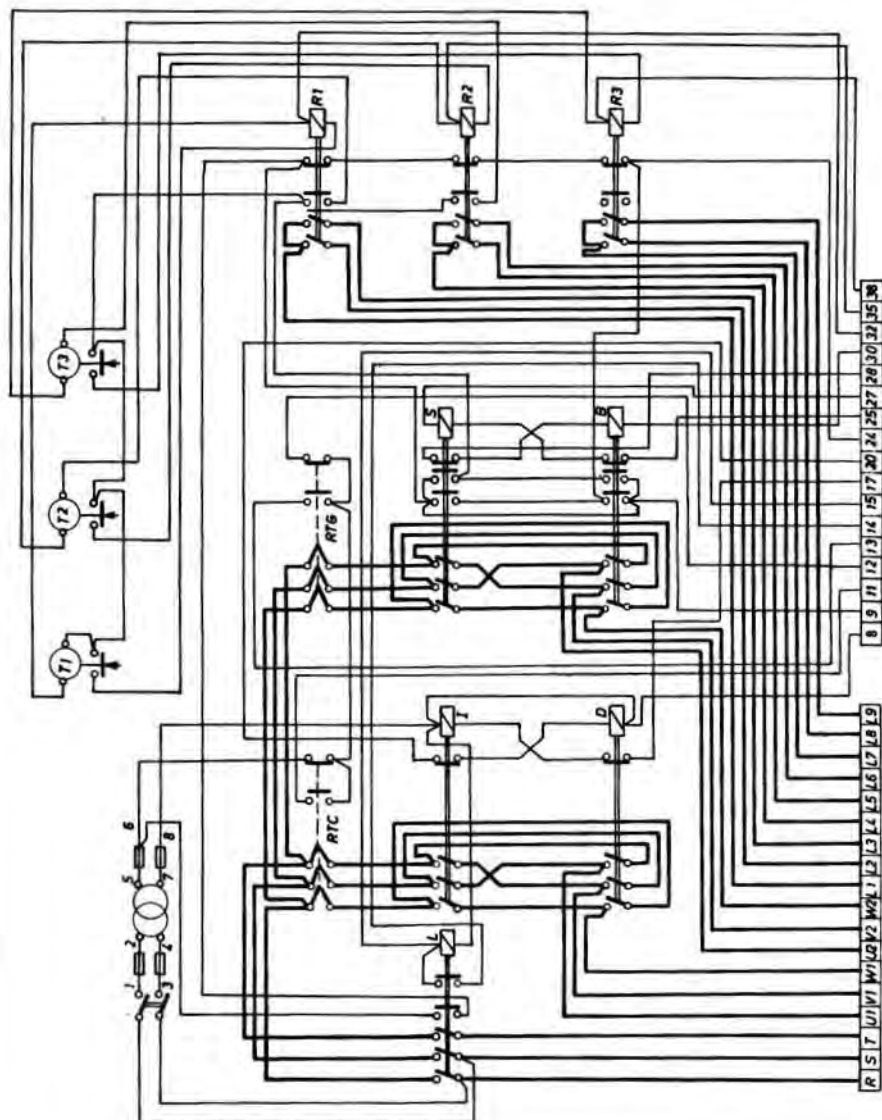


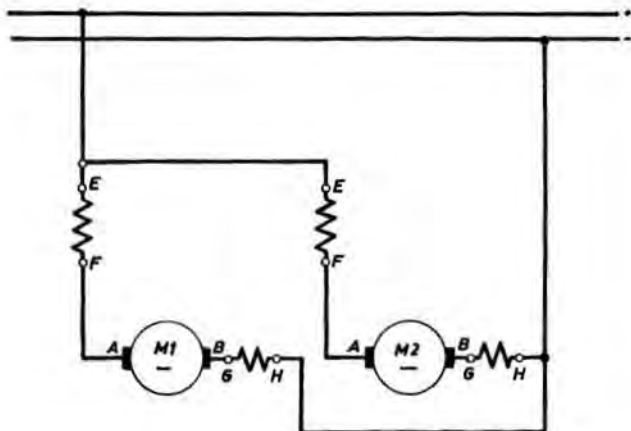


En las láminas nº 23, 24, 25 se representa, como ejemplo, un estudio completo sobre los esquemas utilizados en la práctica para realizar una instalación.

El esquema estudiado está destinado al mando de un puente grúa formado por un carro y el elevador de la carga. El mando es mixto ya que utiliza pulsadores para el mando del carro y combinador para el elevador. Se han representado los tres esquemas normalmente utilizados en telemando:

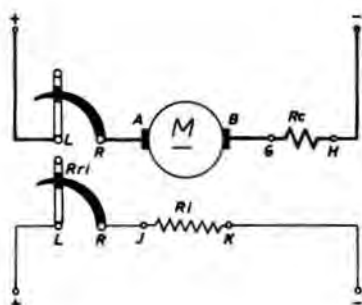
1. Esquema de potencia
2. Esquema de maniobra
3. Esquema del cuadro o práctico





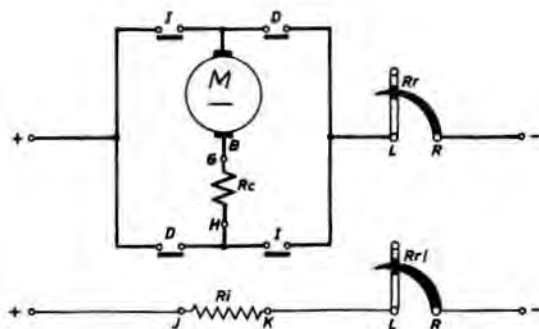
10 MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA

- Motor con excitación independiente
- Motor con excitación serie
- Motor con excitación derivación
- Motor con excitación compuesta



- AB – Inducido
- GH – Polos de CONMUTACION
- JK – Bobinado SERIE
- LR – Reostato de arranque
- r – Resistencia de AB
- Rc – Resistencia de GH
- Ri – Resistencia de JK
- Rr – Resistencia de LR

Inversión de giro



Puesta en marcha

Imprescindible reostato de arranque en el inducido para eliminar intensidad elevada

$$I_{cc} = \frac{U_L}{R_i}$$

Par de arranque

Muy elevado

Este motor tiene características muy similares al motor derivación (shunt).

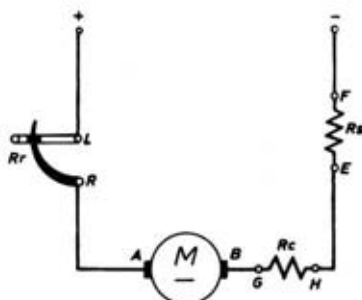
Estabilidad de funcionamiento

Bastante estable

Aplicación práctica

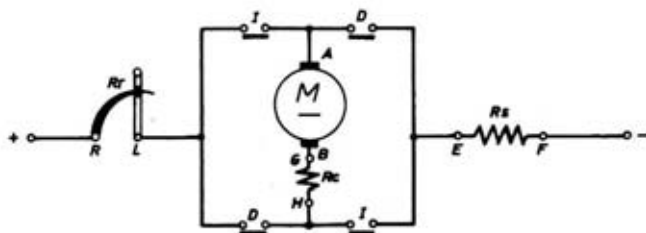
En máquinas de pequeña y gran potencia.

Fácil de controlar la velocidad automáticamente.



- AB – Inducido
- EF – Bobinado SERIE
- GH – Polos de CONMUTACION
- LR – Reostato de arranque
- r – Resistencia de AB
- Rs – Resistencia de EF
- Rc – Resistencia de GH
- Rr – Resistencia de LR

Inversión de giro



Puesta en marcha

Par de arranque

Imprescindible reostato de arranque en el INDUCIDO, para eliminar intensidad elevada.

$$I_{cc} = \frac{U_L}{r + R_r}$$

Muy elevado

$$C_a = K \cdot \phi_a \cdot I_a$$

$$C_a = 2,25 - 4C$$

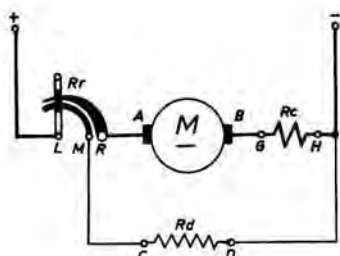
Estabilidad de funcionamiento

Aplicación práctica

Muy inestable

Tendencia a embalsarse

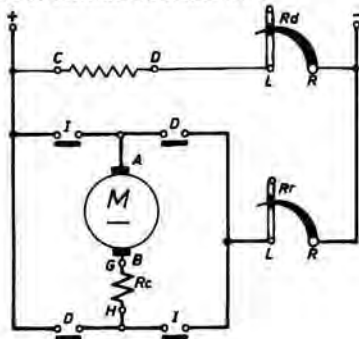
Tracción eléctrica



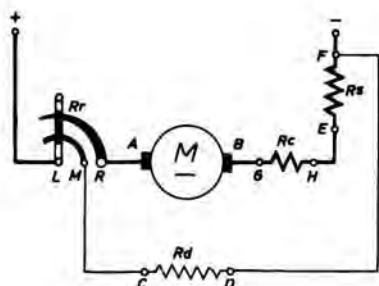
- AB – Inducido
- CD – Bobinado DERIVACION
- GH – Polos de CONMUTACION
- LMR – Reostato de arranque
- r – Resistencia de AB
- Rd – Resistencia de CD
- Rc – Resistencia de GH
- Rr – Resistencia de LR

Inversión de giro

Se invierte el sentido de corriente en el inducido.



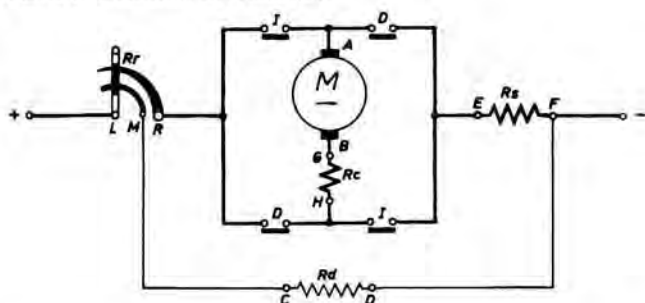
Puesta en marcha	Par de arranque
Conviene colocar reostato de arranque en el bobinado inducido	Menos elevado que en un motor SERIE $C_a = 1,4 - 1,8C$
Estabilidad de funcionamiento	Aplicación práctica
Muy estable Peligro en caso de corte en la excitación Tiene una variación de velocidad aproximada del 5 %	Por su estabilidad: — Para máquinas herramientas



AB — Inducido
 CD — Bobinado derivación
 EF — Bobinado serie
 GH — Polos de conmutación
 r — Resistencia de AB
 Rd — Resistencia de ED
 Rs — Resistencia de EF
 Rc — Resistencia de GH
 Rr — Resistencia de LMR

Inversión de giro

, En este caso se invierte la corriente en el inducido.



Puesta en marcha

Precisa reostato de arranque

Par de arranque

Buen par de arranque, mejor que el motor derivación

Estabilidad de funcionamiento

1. ADITIVA

$$\phi = \phi_d + \phi_s$$

$$n = K \frac{U_b - (r + R) \cdot I_a}{\phi_d + \phi_s}$$

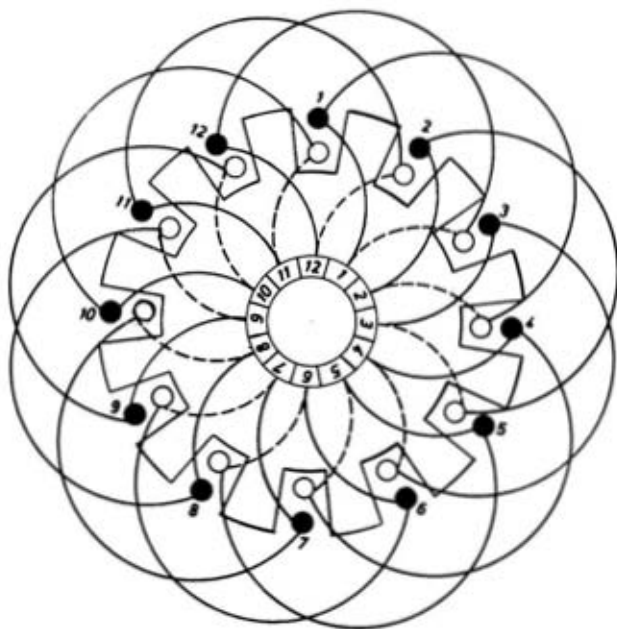
2. SUSTRATIVA

$$\phi = \phi_d - \phi_s$$

$$n = K \frac{U_b - (r + R) \cdot I_a}{\phi_d - \phi_s}$$

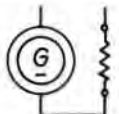
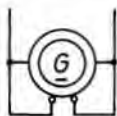
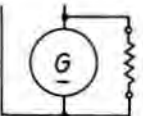
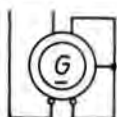
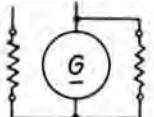
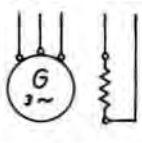
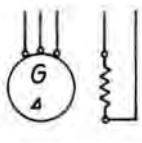
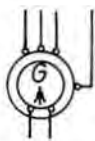
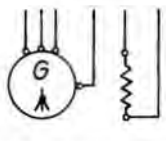
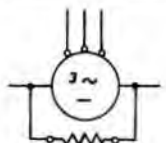
Aplicación práctica

Muy estable
 No se embala
 Se utiliza en máquinas herramientas y tracción

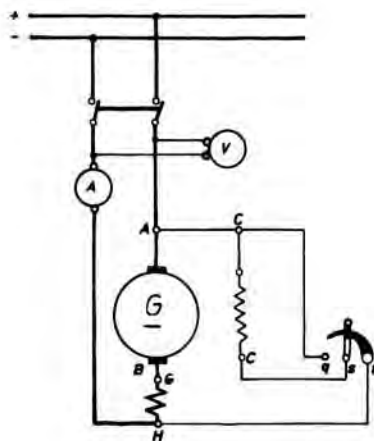


11 MAQUINAS ELECTRICAS

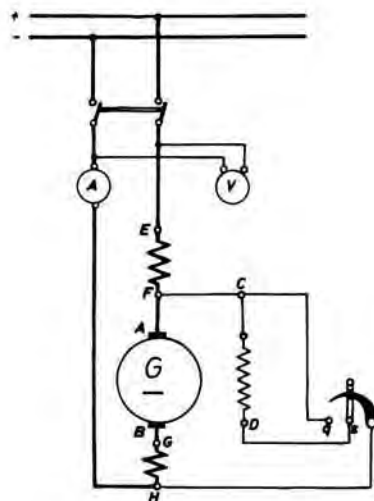
- Símbolos sobre generadores
- Alternadores
- Conexión de alternadores
- Dinamo con excitación en derivación
- Dinamo con excitación compuesta
- Regulador de inducción
- Soldadura eléctrica por arco
- Grupo WARD-LEONARD

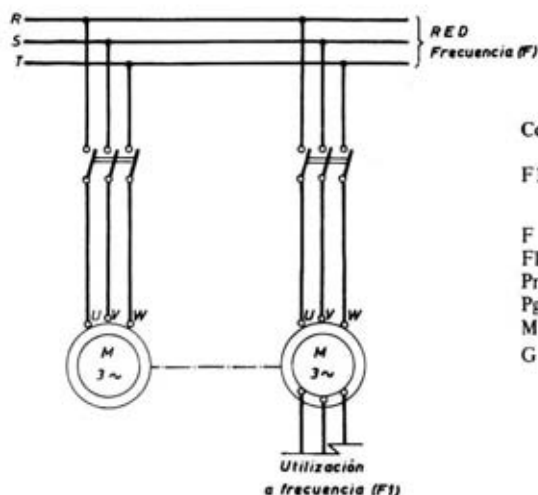
11-1	SIMBOLOS	
Forma I	Forma II	DESIGNACION
		Máquina rotativa generadora Símbolo general
		Máquina rotativa sirviendo como generatriz y motor Símbolo general
		Generatriz de corriente continua, con excitación serie.
		Generatriz de corriente continua, con excitación en derivación.
		Generatriz (U) de corriente continua, con excitación compuesta.
		Generatriz de corriente alterna, trifásica y sincrónica.
		Generatriz de corriente alterna, trifásica y sincrónica en conexión triángulo.
		Generador de corriente alterna sincrónica, trifásica en estrella con neutro accesible.
		Conmutatriz trifásica-continua, excitada en derivación (con inducido único).

DINAMO CON EXCITACION EN DERIVACION



DINAMO CON EXCITACION COMPUESTA





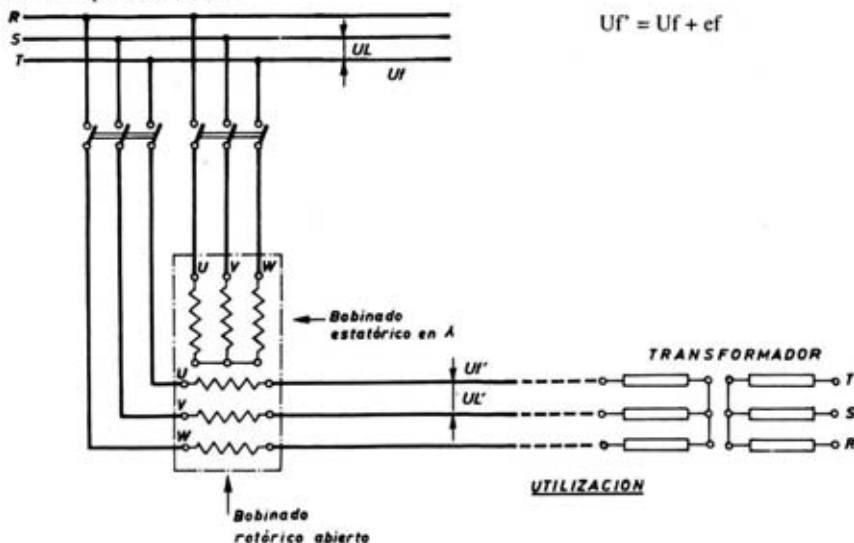
Convertidor de frecuencia

$$F1 = F \left(1 + \frac{P_g}{P_m} \right)$$

- F Frecuencia de la red
 F1 Frecuencia a obtener
 Pm Pares polos del motor
 Pg Pares polos del generador
 M Motor asíncrono con rotor en c/c
 G Motor asíncrono con rotor bobinado, que se hace girar en sentido contrario al giro del flujo giratorio.

Regulador de inducción

Su finalidad es la de regular la tensión de una red (utilización). Es una de las aplicaciones que puede tener una máquina asíncrona.



$$Uf' = Uf + ef$$

- UL Tensión de la línea (red)
 Uf Tensión de fase correspondiente a la línea
 ef F. e. m. generada por fase en el rotor
 UL' Tensión de línea en la utilización
 Uf' Tensión de fase correspondiente a la utilización

Para la soldadura por arco se utilizan las corrientes alterna y la continua.

Corriente continua

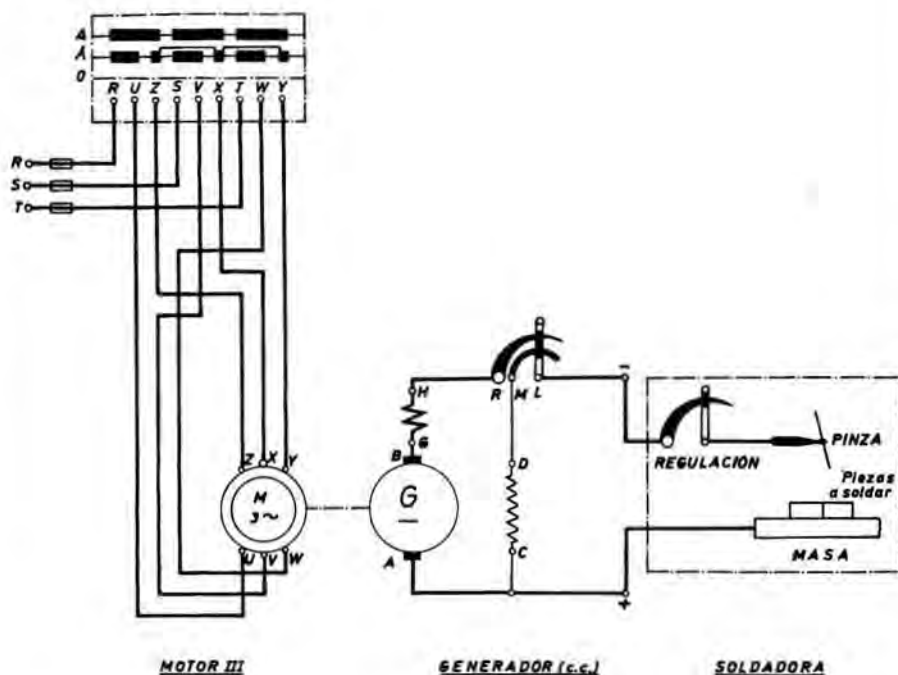
El problema de utilizar corriente continua proviene de la no existencia de esta corriente, salvo excepciones.

El equipo de soldadura requiere de un motor de alterna, dinamo y dispositivo de regulación, tal como se indica en el esquema. El grupo convertidor motor-dinamo puede ser sustituido por un equipo rectificador.

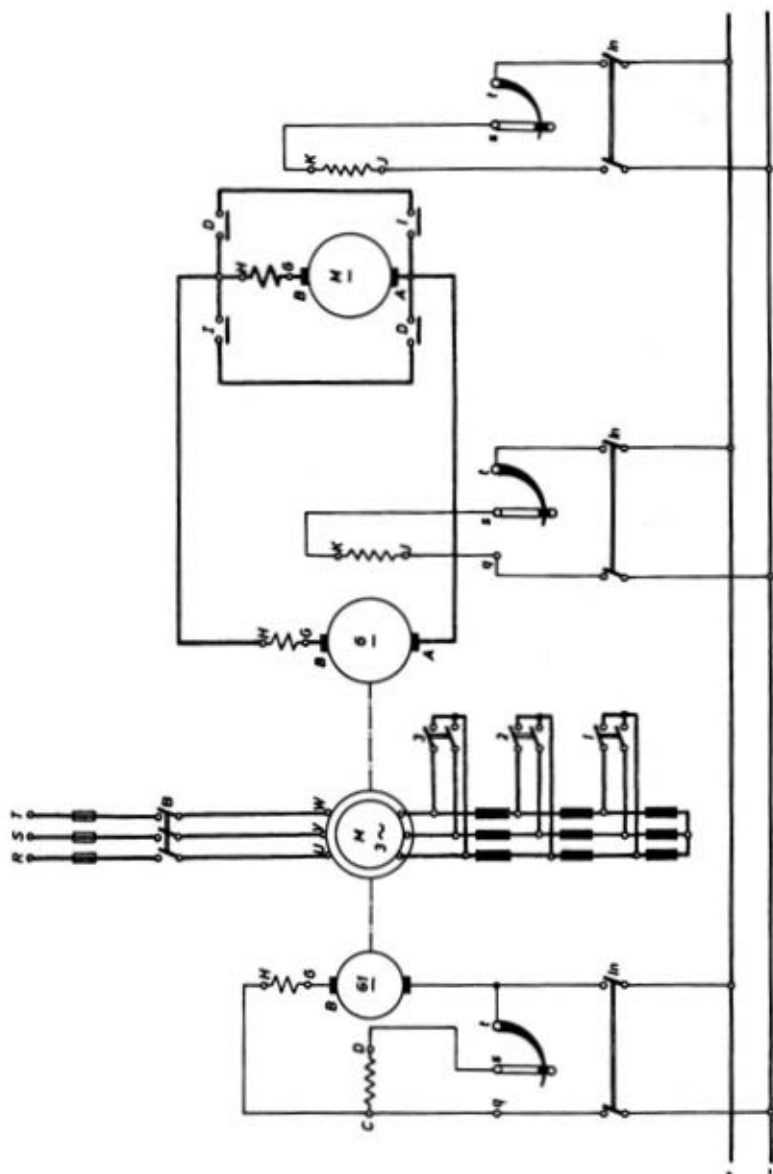
En astilleros y lugares de mucha utilización de la soldadura eléctrica por corriente continua, se emplean redes de distribución de c.c. por todo el taller.

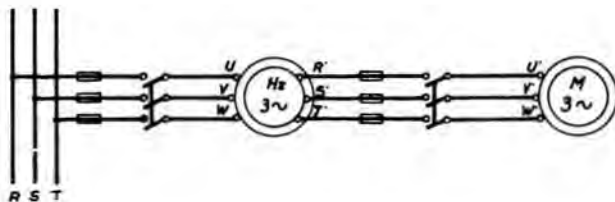
Las intensidades de soldadura varían entre 25 y 250 A, para los electrodos de 2 a 5 mm de diámetro.

Las tensiones tanto para corriente continua como para alterna están comprendidas entre 15 y 35 V.



En instalaciones sin redes de distribución, el motor eléctrico puede sustituirse por un grupo convencional de gasolina o gas-oil.





Variación de velocidad

El convertidor de frecuencia se emplea para la obtención de velocidad variable utilizando motores trifásicos de tensión y velocidad fija, como son los motores trifásicos de uso normal.

Principio a tener en cuenta: Al aumentar o disminuir la frecuencia para conseguir más o menos velocidad, se disminuirá o aumentará la tensión en igual proporción.

Ejemplo de aumento de velocidad

En un motor trifásico cuyas características son:

$$V - 220/380; \quad Hz - 50; \quad CV - 5; \quad n - 2950 \text{ r. p. m. (3000)}$$

Determinar tensión y frecuencia para que su eje dé una velocidad de 6000 r. p. m.

Proporción de incremento de velocidad

$$n = \frac{N2}{N1} = \frac{6000}{3000} = 2$$

Tensión U2

$$U2 = \frac{U1}{u} = \frac{380}{2} = 190 \text{ V}$$

A un motor con 3000 r. p. m. y Hz = 50 le corresponde una polaridad de $2p = 2$

Velocidad de un motor

$$n = \frac{120 \cdot Hz}{2p}$$

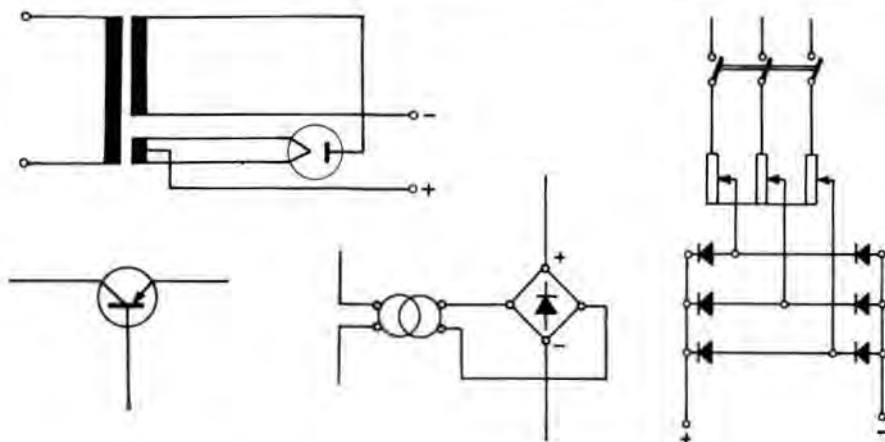
Frecuencia Hz2

$$Hz2 = \frac{N2 \cdot 2p}{120} = \frac{6000 \cdot 2}{120} = 100 \text{ c/s}$$

Ejemplo de reducción de velocidad

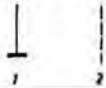
Para el ejemplo del caso anterior, determinar los valores de tensión y frecuencia para obtener 2000 r. p. m.

$$n = \frac{N2}{N1} = \frac{2000}{3000} = 2/3; \quad U2 = \frac{U1}{Hz} = \frac{280}{2/3} = 570 \text{ V}; \quad Hz2 = \frac{N2 \cdot 2p}{120} = \frac{2000 \cdot 2}{120} = 33,33 \text{ c/s}$$

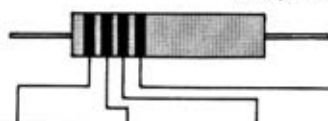


12 ELECTRONICA INDUSTRIAL

- Símbolos electrónicos
- Resistencias
- Condensadores
- Rectificadores de diodos
 - semionda monofásico
 - push-pull monofásico
 - puente monofásico
 - semionda trifásico
 - push-pull trifásico
 - doblador de tensión
 - doblador de frecuencia
 - agrupamiento de rectificadores en serie y derivación
- Rectificadores de mercurio
 - semionda
 - onda completa
 - trifásico
- Rectificadores de válvula
 - semionda
 - onda completa
 - filtros para rectificadores en L , en fuente de alimentación estabilizada
- Temporizadores de condensador
- Utilización de la corriente continua en circuitos de telemando
- Equipo para contactor que evite su desconexión cuando la falta de corriente es de muy corta duración
- Amplificadores magnéticos
- Control y estabilización de la velocidad de un motor de c.c.
- Equipo para el arranque de motor compound
- Fuente de alimentación estabilizada
- Rectificación regulada por tiristor para mando de motor
- Reguladores de velocidad
- Elementos electrónicos de detección y regulación

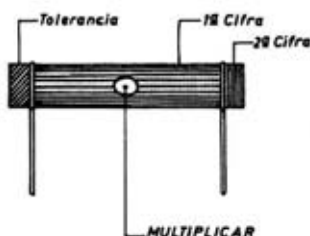
12-1	SIMBOLOS		
SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Símbolo general de válvula de vacío.		Diodo P (ánodo) N (cátodo)
	El círculo con un punto significa que la válvula tiene gas o vapor en su interior.		Transistor P-N-P
	Cátodo. Símbolo general. 2. Cátodo caliente 3. Cátodo caliente de calentamiento 4. Cátodo caliente de calentamiento indirecto		Transistor N-P-N
	1 Anodo o electrodo frío 2 Rejilla		Transistor tetrodo P-N-P
	Diodo		Rectificador controlado
	Rectificador de onda completa		Transistor de efecto de campo P-N-P
	Triodo		Transistor de unión
	Tetrodo		Termistor
	Pentodo		Diodo zener
	Tiratrón		Triac
	Célula fotoeléctrica		Tiristor
	Lámpara neón		

Cuerpo aislado en marrón



COLOR	1ª CIFRA	2ª CIFRA	MULTIPLICAR	TOLERANCIA
NEGRO	0	0	1	20 %
MARRON	1	1	10	1 %
ROJO	2	2	100	2 %
NARANJA	3	3	1.000	-
AMARILLO	4	4	10.000	-0 + 100 % (valor mínimo)
VERDE	5	5	100.000	5 %
AZUL	6	6	1.000.000	-
VIOLETA	7	7	10.000.000	-
GRIS	8	8	0,01	10 %
BLANCO	9	9	0,1	5 %
ORO			0,1	10 %
PLATA			0,01	20 %
SIN COLOR				

Ejemplo de lectura del valor de una resistencia.

Lectura: 050000 = 50.000 Ω con 20 % de tolerancia 50.000 Ω = K = 50 K Ω 

Valores normalizados

La siguiente tabla es válida para los valores que van solos o seguidos de ceros hasta 22.000.000 Ω

20	20	55
10	10	10
	12	11
		12
		13
15	15	15
		16
		18
		20
22	22	22
	27	24
		27
33	33	30
		33
	39	36
		39
47	47	43
		47
	56	51
		56
		62
68	68	68
		75
	82	82
		93

Unidad de resistencia – el OHMIO (Ω)

Múltiplos utilizados son:

KILOOHMIO (K Ω) = 1.000 Ω = $10^3 \Omega$ MEGEOHMIO (M Ω) = 1.000.000 Ω = $10^6 \Omega$

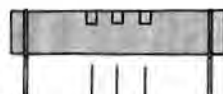
Características a tener en cuenta en una resistencia:

- Valor de la resistencia
- Potencia a disipar
- Tolerancia

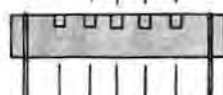
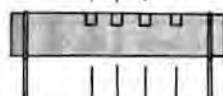
Tipos de resistencia más utilizados:

- De grafito
- De hilo resistente.

Código de colores para condensadores



CLASE II



CLASE I

COLOR	COEFICIENTE TEMPERATURA	CAPACIDAD EN pF			TOLERANCIAS	
		1ª	2ª	MULTIPLICAR	C < 10 pf	C > 10 pf
NEGRO	0	-	0	1	-	±20 %
MARRON	-	1	1	10	±0,1 pf	±1 %
ROJO	-	2	2	100	±0,25 pf	±2 %
NARANJA	-150 x 10 ⁻⁶	3	3	1.000	-	-
AMARILLO	-	4	4	10.000	-	-
VERDE	-	5	5	100.000	±0,5 pf	±5 %
AZUL	-	6	6	1.000.000	-	-
VIOLETA	-750 x 10 ⁻⁶	7	7	-	-	-
GRIS	-	8	8	0,01	-	-
BLANCO	-	9	9	0,1	±1 pf	±10 %

Unidad de capacidad – el FARADIO (f)

Submúltiplos utilizados son:

MICROFARADIO (mf) = 1/1.000.000 f = 10⁻⁶ fNANOFARADIO (nf) = 1/1.000.000.000 f = 10⁻⁹ fPICOFARADIO (pf) = 1/1.000.000.000.000 f = 10⁻¹² f

Características a tener en cuenta en un condensador:

- Capacidad
- Tolerancia
- Tensión de trabajo

Tipos de condensador más utilizados:

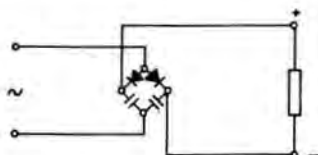
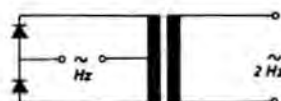
- Cerámicos tubulares
- Cerámicos pastilla
- Cerámicos pin-up
- Cerámicos lenteja
- Cilíndrico electrolítico
- Cilíndrico tubulares
- Electrolítico

V_c — Tensión en voltios, en el circuito de c.c.
 I_c — Intensidad en amperios en el circuito de c.c.
 V_p — Caída de tensión por placa en voltios
 V_2 — Tensión alterna eficaz de alimentación de la célula a plena carga, en voltios
 n — N° de placas en serie por brazo
 V_m — Valor medio

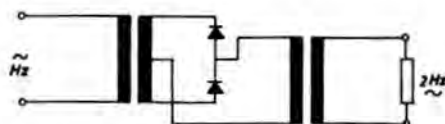
Monofásico SEMIONDA (E) $I_2 = 1,57 I_c$ $V_2 = 2,22 (V_c + n \cdot V_p)$ $V_m = A/\pi$		
Monofásico PUSH-PULL (M) (Oposición) $I_2 = 0,97 I_c$ $V_2 = 2,22 (V_c + n \cdot V_p)$ $V_m = 2 A/\pi$		
Monofásico PUENTE (B) $V_2 = 1,11 (V_c + 2n \cdot V_p)$ $I_2 = 1,11 I_c$		
Trifásico SEMIONDA (S) $V_2 = 1,48 (V_c + n \cdot V_p)$ $I_2 = 0,58 I_c$ $V_m = \frac{3\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{A}{\pi}$		
Trifásico PUSH-PULL (DS) (Oposición) $V_2 = 2 \cdot 0,75 (V_c + n \cdot V_p)$ $I_2 = 0,41 I_c$ $V_m = \frac{3A}{\pi}$		
Trifásico PUENTE (DB) $V_2 = 0,75 (V_c + 2n \cdot V_p)$ $I_2 = 0,82 I_c$ $V_m = \frac{3A}{\pi}$		

Rectificador con doblador de tensión

Durante una alternancia se carga un condensador, a la siguiente el otro, sumándose las tensiones de los dos condensadores.

**Doblador de frecuencia**

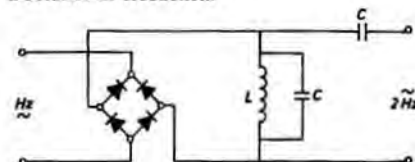
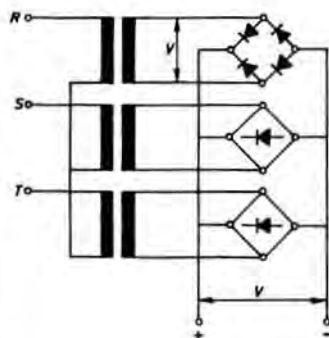
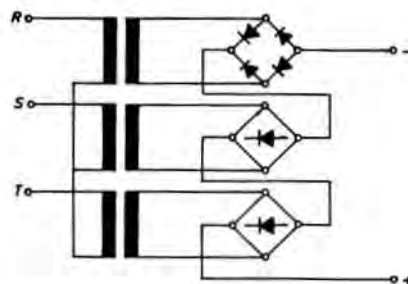
Conexión directa a la línea

Doblador de frecuencia

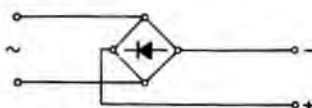
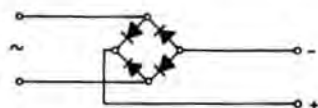
Tensión reducida o elevada de línea

Agrupamiento de rectificadores

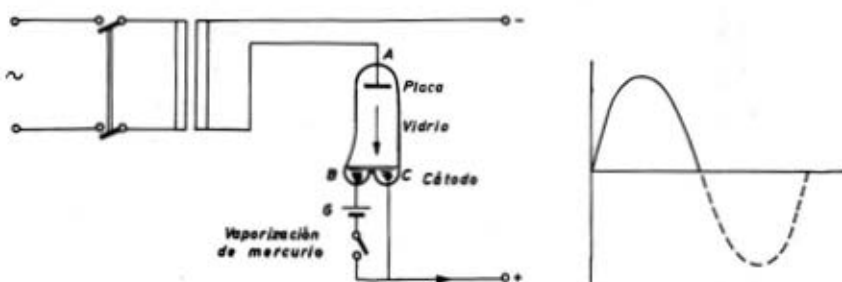
- En derivación, con el fin de mantener constante la tensión y aumentar la intensidad.
- En serie, con el fin de aumentar la tensión y mantener constante la intensidad.

Doblador de frecuencia**a) EN DERIVACION****b) EN SERIE**

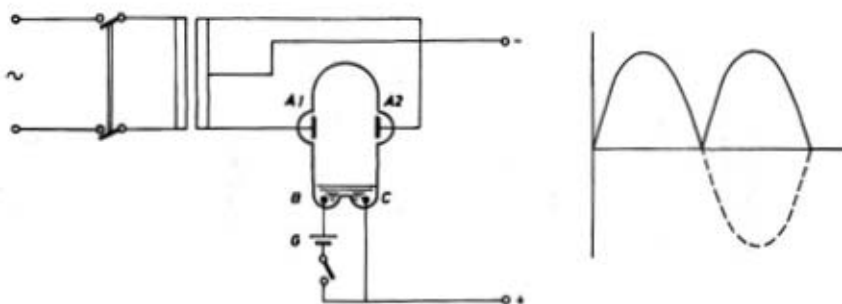
Simplificación de un circuito rectificador puente, en la realización de esquemas.



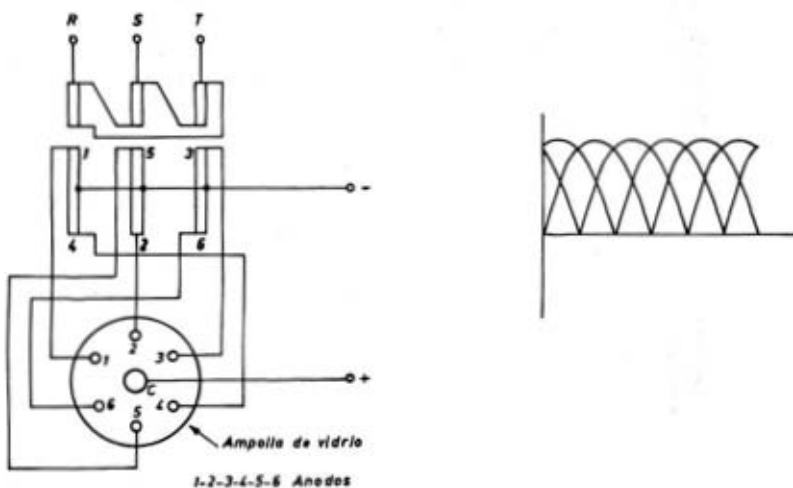
Rectificador monofásico de semionda



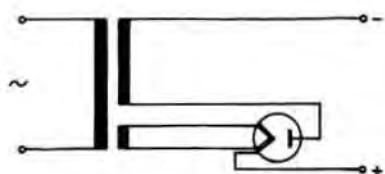
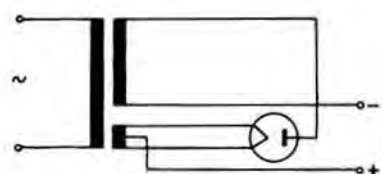
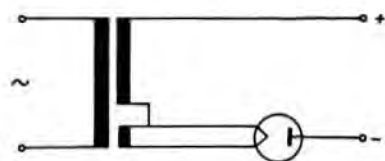
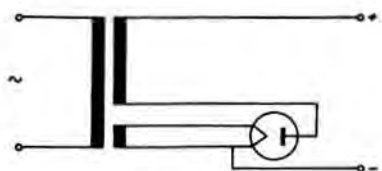
Rectificador monofásico de onda completa



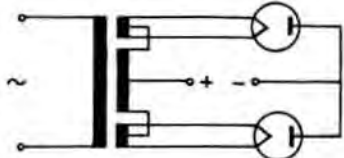
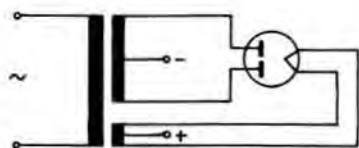
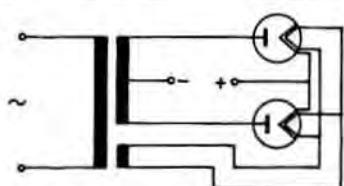
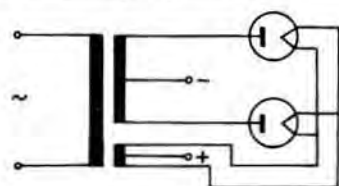
Rectificación de una corriente trifásica



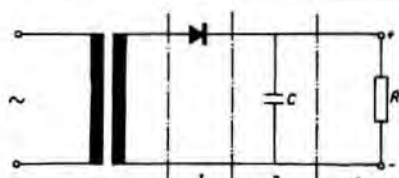
Rectificador de semionda



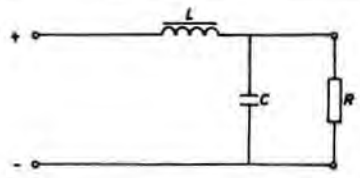
Rectificador de onda completa



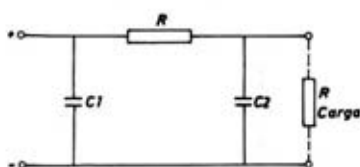
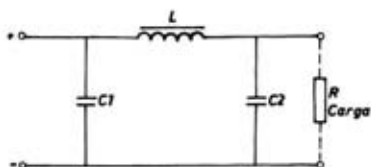
Filtros para rectificadores



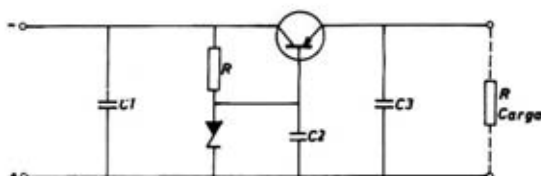
1 Rectificador
2 Filtro
3 Carga



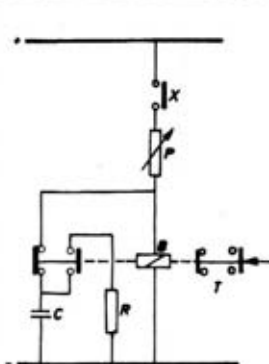
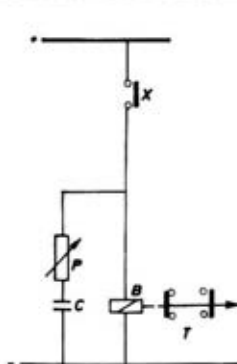
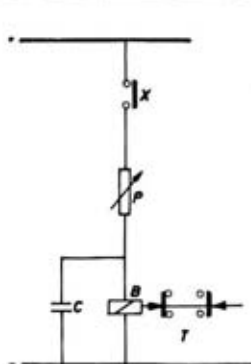
Filtro en L

Filtros en π 

Fuente de alimentación estabilizada



Temporizadores de condensador



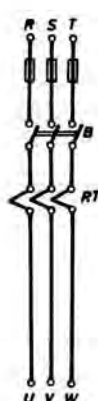
Temporizadores de condensador

Arriba quedan representados tres ejemplos de temporizador teniendo como elemento base el condensador.

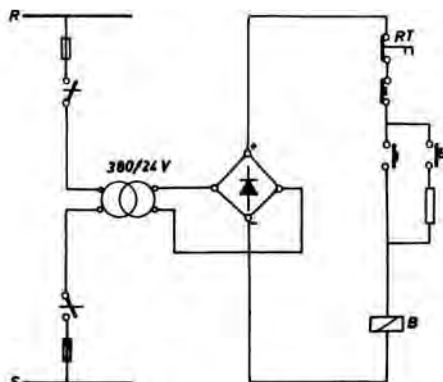
Este tipo de temporizador se utiliza para tiempos muy cortos.

Los tres esquemas representados corresponden a:

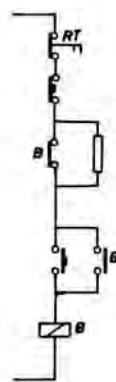
1. Temporizador a la conexión y desconexión
2. Temporizador a la desconexión
3. Temporizador a la conexión



(1)



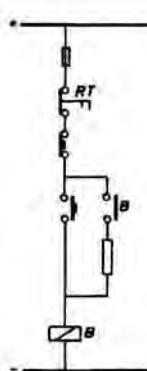
(2)



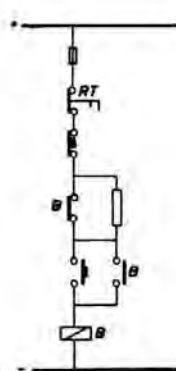
(3)



(4)

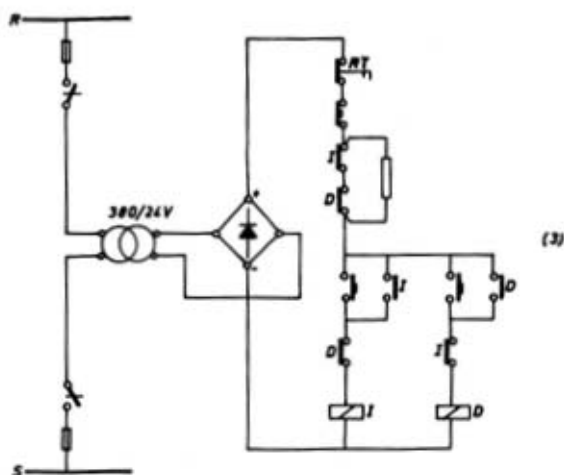
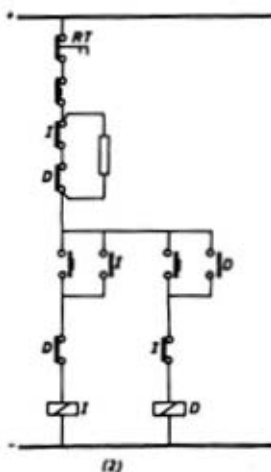
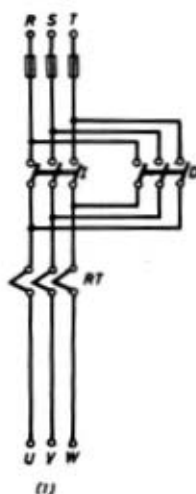


(5)

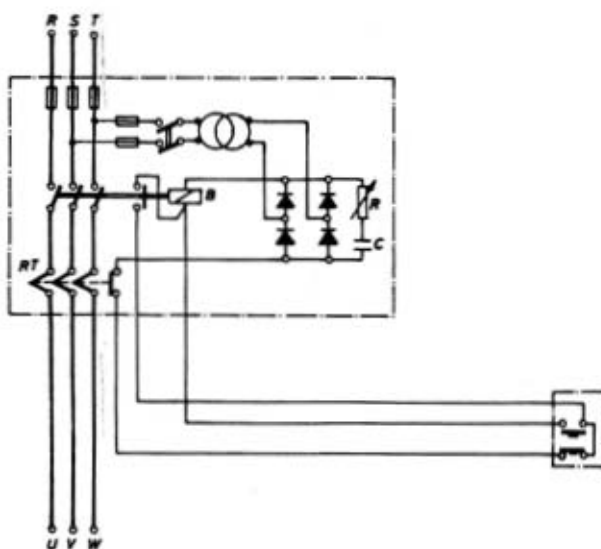
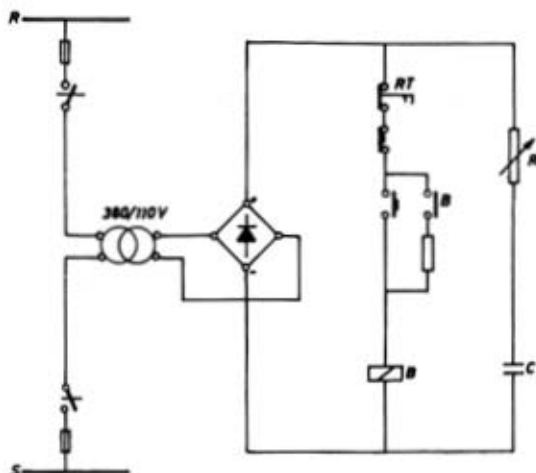


(6)

1. Esquema de potencia con protección térmica, para motor trifásico.
2. Mando desde una caja de pulsadores por tensión reducida y rectificadora. La resistencia limita la corriente absorbida por la bobina una vez conectada, al quedarse en serie la bobina con esta resistencia.
3. Variante del esquema nº 2, en el que la resistencia limitadora se conecta en paralelo con un contacto cerrado de B.
4. Circuito de potencia con protección térmica que alimenta a una red de corriente continua.
5. Mando desde una caja de pulsadores, disponiendo el esquema de resistencia limitadora.
6. El mismo mando con la variante de que la resistencia limitadora está en paralelo con el contacto cerrado de B, quedando en serie con la bobina cuando ésta se conecta.

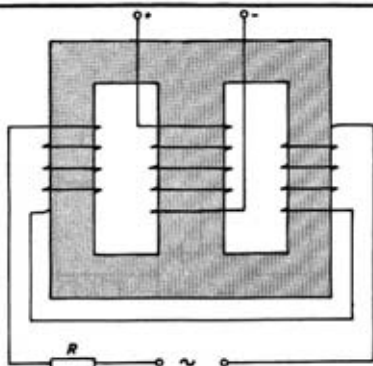


1. Esquema de potencia para inversor de giro de motor trifásico con protección térmica.
2. Esquema de maniobra para el caso anterior, con mando desde una caja de pulsadores, siendo alimentado el circuito de telemando por una fuente exterior de corriente continua.
3. La resistencia limitadora tiene por finalidad reducir la intensidad absorbida por la bobina I o D, una vez se haya conectado.
4. Mando similar al anterior pero con alimentación continua obtenida después de reducir y transformar con el equipo que precede al esquema de telemando.

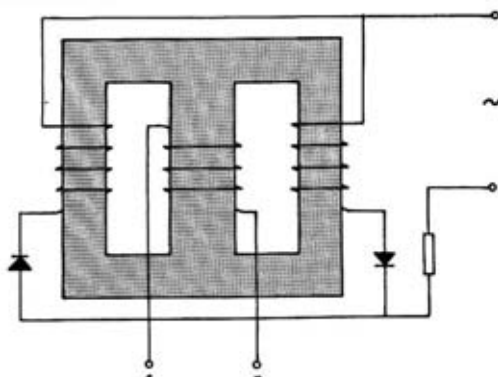


Mando para contactor con protección térmica desde una caja de pulsadores por medio de tensión reducida y rectificada, disponiendo el circuito de un condensador C y una resistencia variable R (potenciometro), que garantiza, en caso de un corte de corriente de muy pequeña duración, que el contactor no caiga (desconexión del circuito utilizador de la red), por alimentar durante este tiempo el condensador C a la bobina B del contactor.

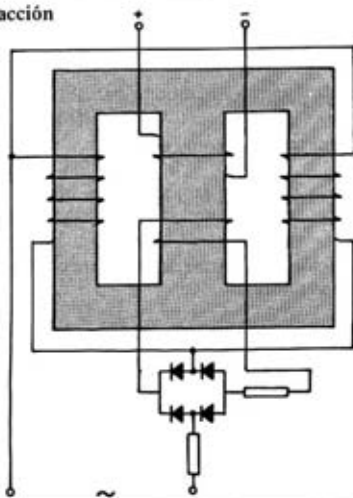
Amplificador básico

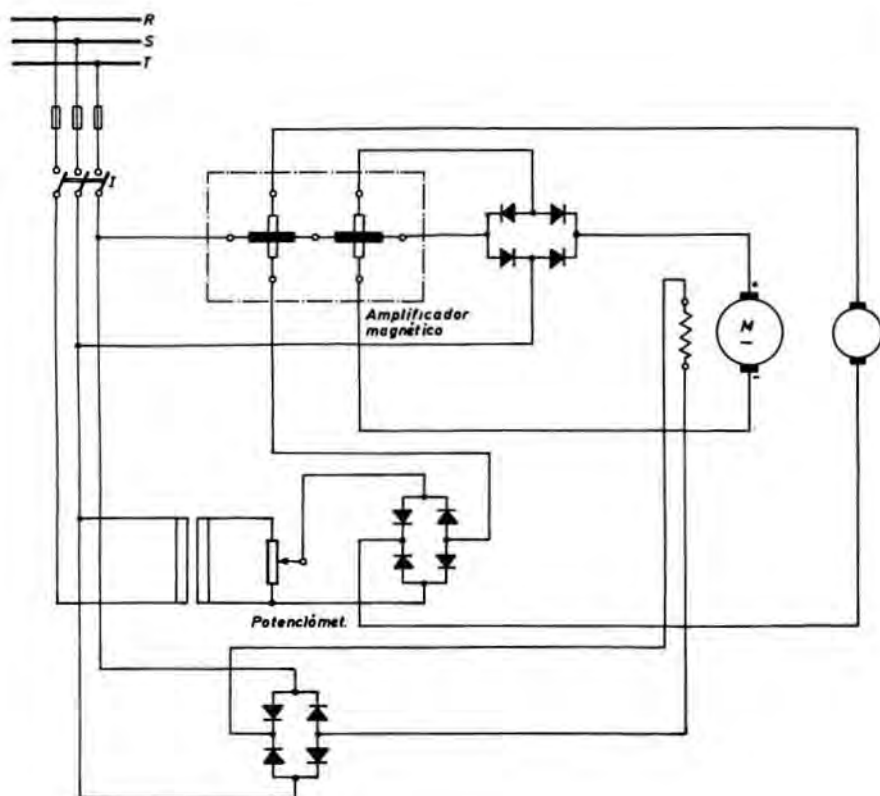


Amplificador de autosaturación



Amplificador de reacción



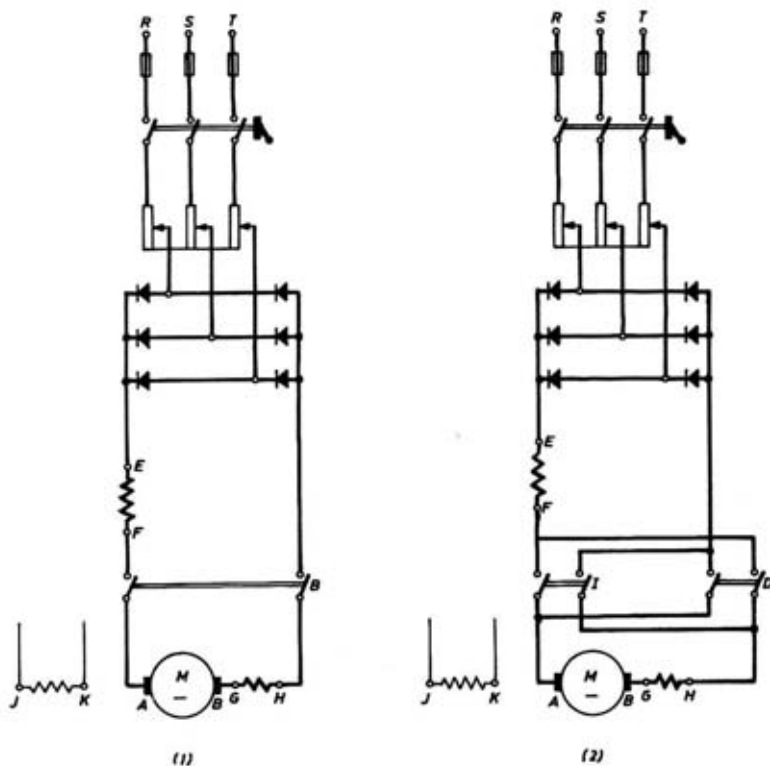


Control y estabilización de la velocidad de un motor de c.c.

Existen diversos tipos de amplificadores magnéticos, como son:

- Amplificadores magnéticos básicos
- Amplificadores magnéticos de reacción o realimentación
- Amplificadores magnéticos autosaturantes

Aquí se representa un esquema de regulación para motor de corriente continua, utilizando amplificadores magnéticos también llamados transductores.



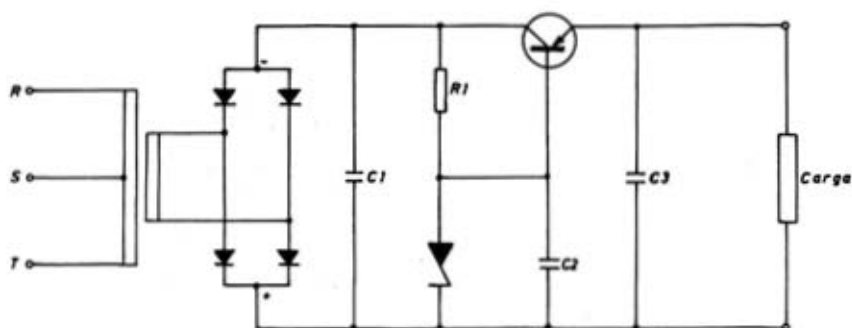
Equipo para el arranque de un motor compound de corriente continua utilizando un equipo de rectificación alimentado por transformador trifásico de núcleo saturado en un circuito utilizador.

La regulación de la velocidad se consigue variando la tensión de alimentación a los rectificadores y de estos a los devanados del motor.

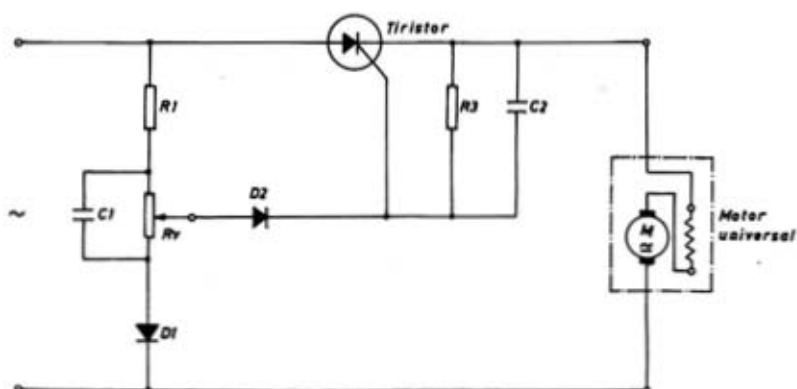
Los esquemas representados corresponden a:

- (1) Arranque con un solo sentido de giro
- (2) Inversión de giro respecto al caso anterior

FUENTE DE ALIMENTACION ESTABILIZADA RECTIFICACION REGULADA POR TIRISTOR

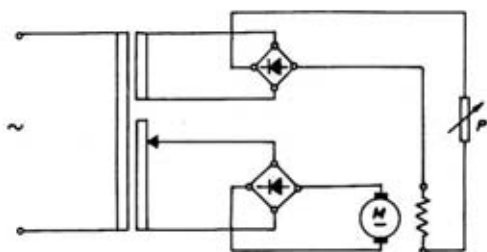
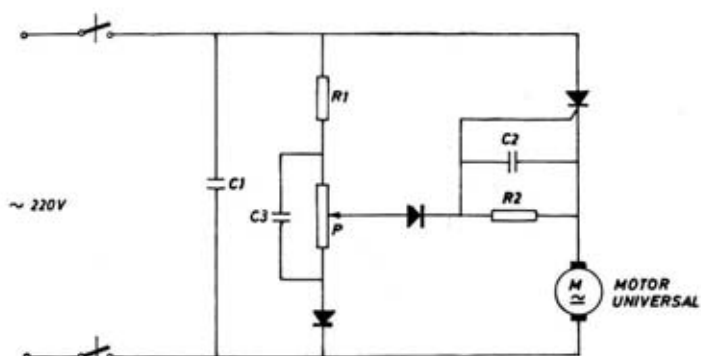


Fuente de alimentación estabilizada



Rectificación regulada por tiristor

El presente esquema se utiliza para el gobierno de un motor universal con su consiguiente regulación, acorde con las necesidades de la utilización.

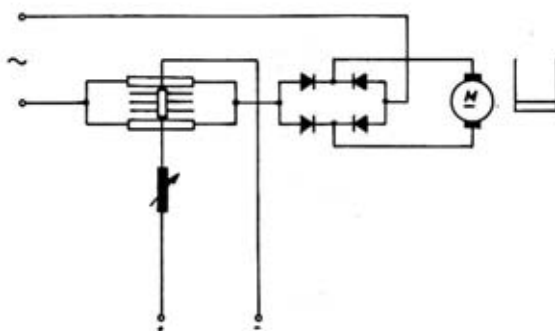
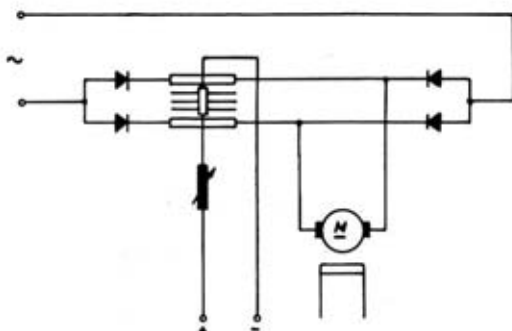


Reguladores de velocidad

1. Regulador de velocidad para motor universal

La regulación de la velocidad se consigue con un potenciómetro.

2. Esquema para la regulación de velocidad de un motor de c.c. con excitación independiente, mediante rectificadores secos con alimentación independiente para los bobinados independientes e inducido.



Utilización de amplificadores magnéticos, también llamados transductores para el mando de motores de corriente continua.

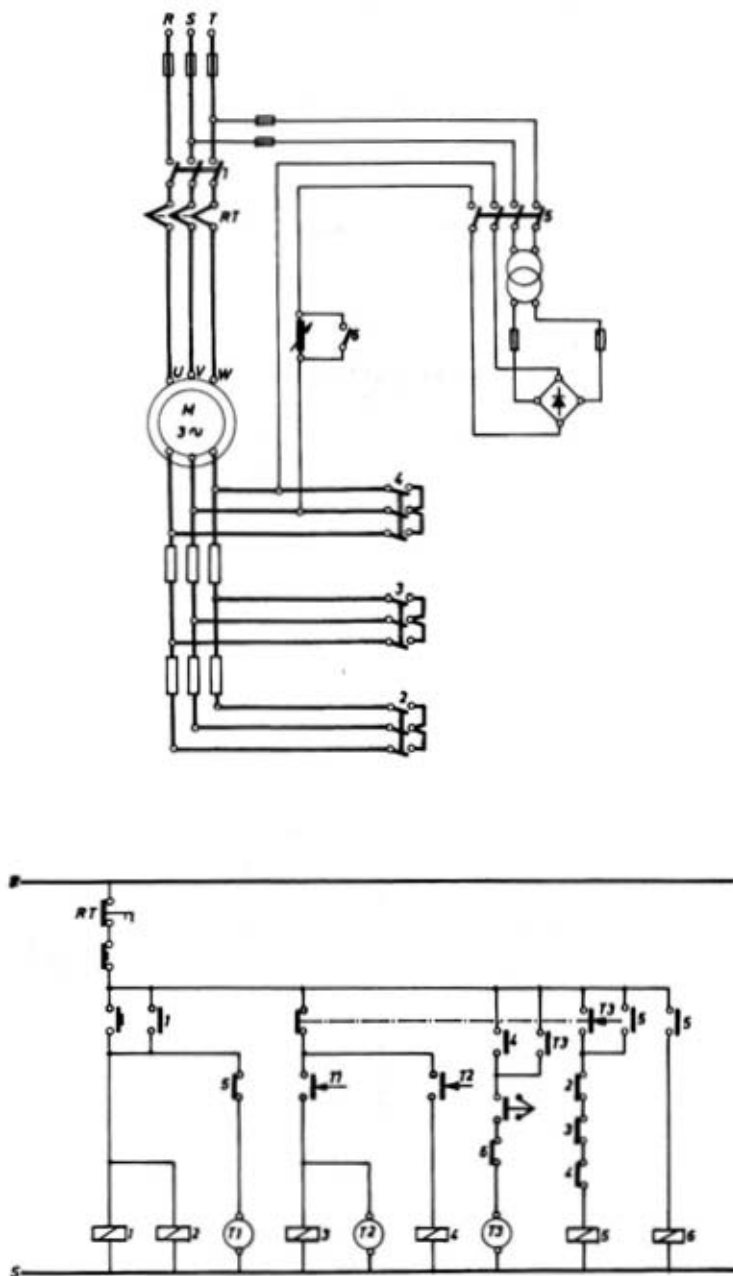
Mantener uniforme la velocidad de un motor de c.c. variando la carga resulta muy difícil si no se hace con un control adecuado, en la tensión o en la intensidad que alimenta al inducido.

Los esquemas representados corresponden a formas diferentes de conseguir este control de velocidad. En el primer caso, controlando la tensión del inducido y en el segundo, controlando la intensidad, también del inducido.

Las ventajas de este tipo de control son más importantes que los inconvenientes que también los tiene.

Para este tipo de control también se utilizan las dinamos tacométricas que envían su señal, a complejos circuitos electrónicos de regulación.

Motor asíncrono trifásico de rotor bobinado, con arranque por eliminación de resistencias rotóricas, funcionando como motor asíncrono sincronizado.

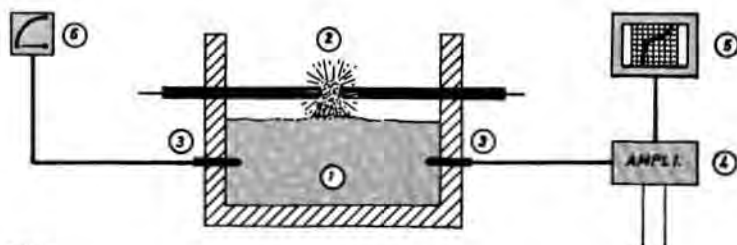


Capítulo importantísimo en el automatismo actual es el de los aparatos de detección y registro de los más variados tipos y procedimientos, para innumerables aplicaciones en los procesos automáticos. A título de ejemplo, se citan algunos de ellos, representándolos de una forma práctica y didáctica al mismo tiempo.

El Técnico electricista, se va a encontrar con una gran cantidad de estos elementos, muy diferentes unos de otros, de los que a veces no conocerá el funcionamiento, ya que se limitará a hacer las conexiones que se indican para ese aparato, pero sí conocerá su cometido en el esquema.

En esta lámina se estudian tres ejemplos de registros: temperatura, consumo de potencia y tiempo de trabajo.

①

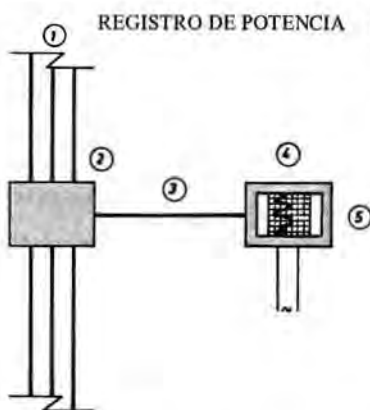


1. Horno eléctrico
2. Electrodos
3. Sondas (pares termoelectricas)
4. Llegada de señal
5. Registrador de temperatura
6. Indicador directo de temperatura

Registro de temperatura

REGISTRO DE POTENCIA

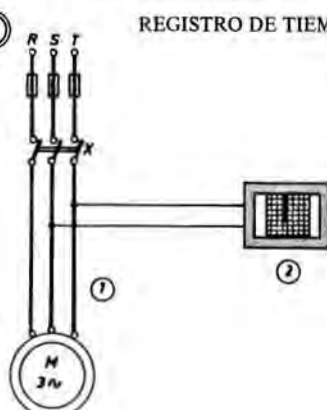
②



1. Línea a registrar consumo
2. Transformadores de medida
3. Conexiones
4. Registrador de potencia
5. Papel de registro

REGISTRO DE TIEMPO

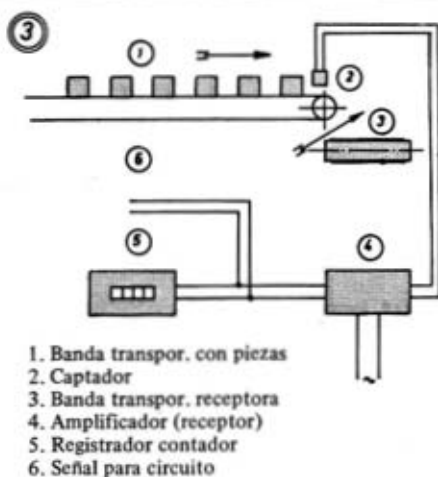
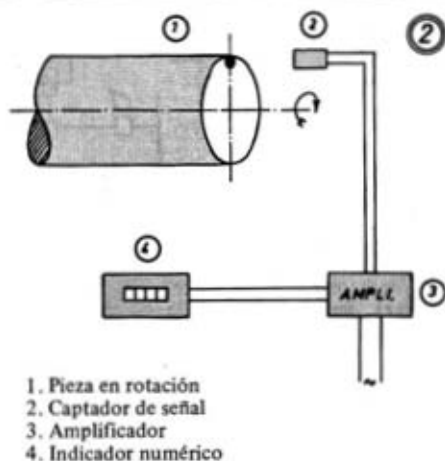
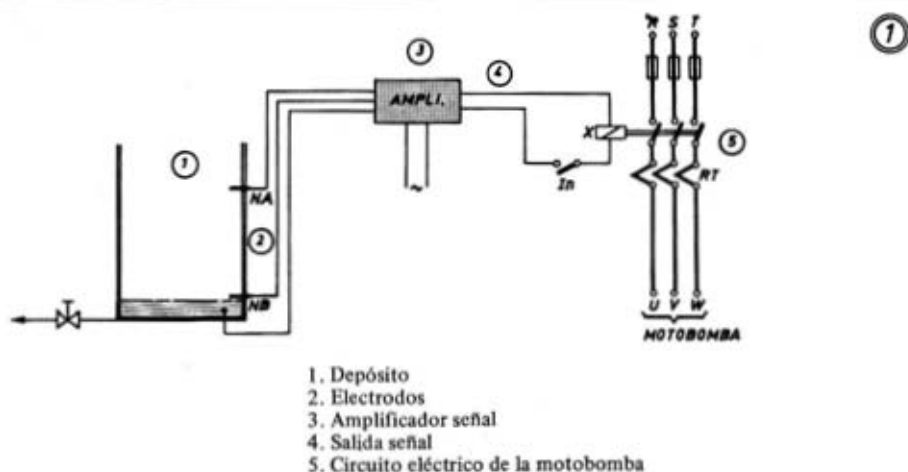
③



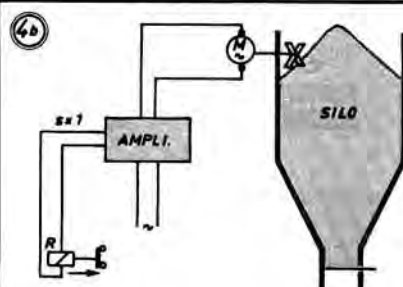
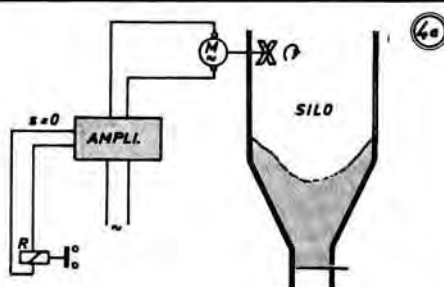
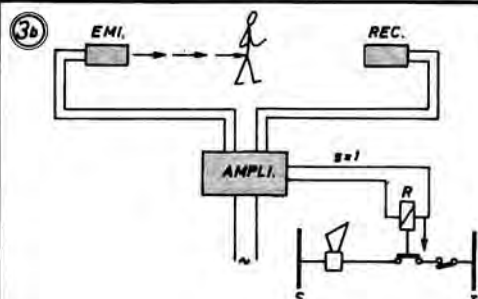
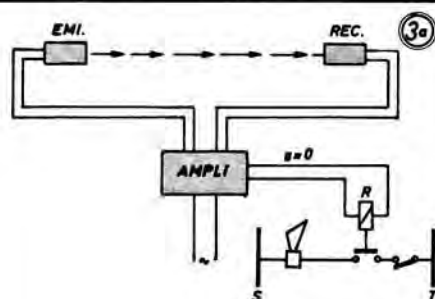
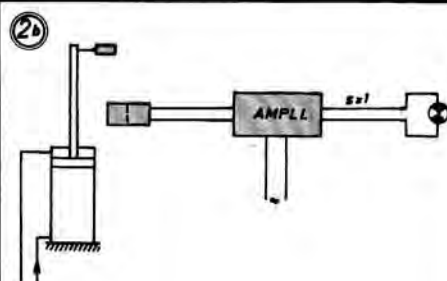
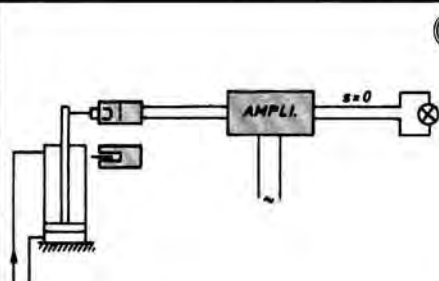
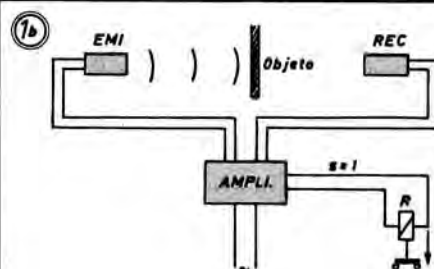
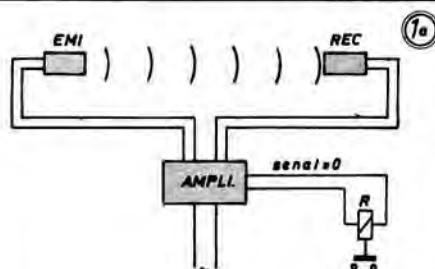
1. Línea a controlar
2. Registrador

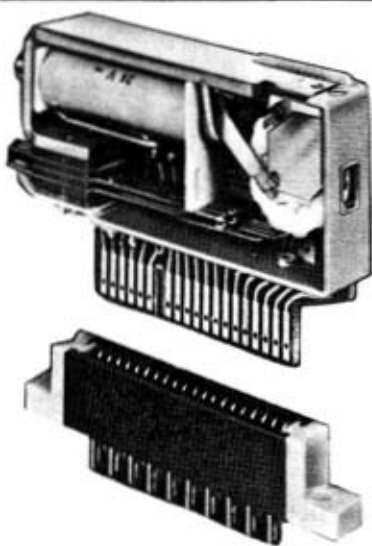
En esta lámina se presentan tres esquemas que tienen como base la emisión de una señal y la recepción para después hacer un control definido.

1. Esquema automático para el mando de una motobomba destinada al llenado de un depósito, de manera que al hacerse nivel bajo (NB), el motor entra en servicio y al hacer nivel alto (NA), se para.
2. Registrador numérico de velocidad para una pieza en rotación
3. Contador registrador de objetos (piezas), en una banda transportadora.



1. Detección por ultrasonidos
2. Detección por inducción
3. Detección por célula fotoeléctrica
4. Detección por diferencia de consumo eléctrico





13 LOGICA ELECTRICA

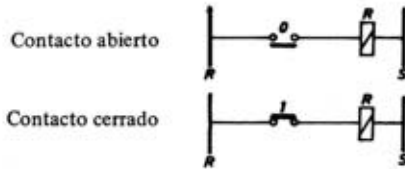
- Algebra de Boole
- Identidades fundamentales en álgebra de Boole
- Propiedades
- Teoremas
- Teoremas de Demorgan
- Funciones lógicas fundamentales
- Funciones O-Y-NO-SI
- Circuitos de memoria
- Símbolos lógicos modernos
- Temporizadores
- Conversión de un esquema dinámico en lógico
- Ejemplos de conversión de esquemas dinámicos en lógicos
- Sistemas de numeración
- Utilización de códigos en sistema binario
- Transformación de sistema decimal en binario y binario en decimal
- Ejercicios de utilización de sistemas de numeración

ALGEBRA DE BOOLE

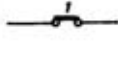
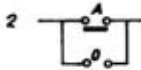
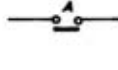
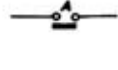
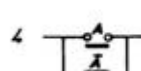
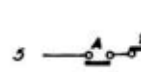
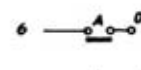
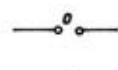
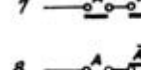
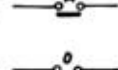
Debe su técnica al matemático inglés Georges Boole, quien por el año 1847 publicó una serie de trabajos conocidos como "álgebra lógica de conmutación".

En los circuitos eléctricos, el álgebra de Boole se utiliza por el carácter binario de los elementos de esos circuitos, como son los contactos.

Un contacto abierto no deja pasar corriente al circuito: su representación es cero (0). Un contacto cerrado deja pasar corriente: su representación es uno (1).

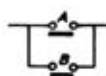
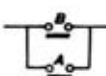


IDENTIDADES FUNDAMENTALES DEL ALGEBRA DE BOOLE

1. $A + 1 = 1$  = 
2. $A + 0 = A$  = 
3. $A + A = A$  = 
4. $A + \bar{A} = 1$  =  ($\bar{A} = 1$)
5. $A \cdot 1 = A$  = 
6. $A \cdot 0 = 0$  = 
7. $A \cdot A = A$  = 
8. $A \cdot \bar{A} = 0$  =  ($\bar{A}$ inverso de A)

PROPIEDADES

9. Propiedad conmutativa respecto a la suma

$$A + B = B + A$$
 = 

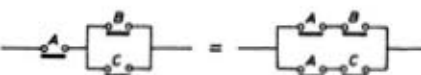
En contactos en derivación o paralelo, el orden de representación no varía el resultado.

10. Propiedad conmutativa respecto al producto

$$A \cdot B = B \cdot A$$


En contactos en serie, el orden de representación no varía el resultado.

11. Propiedad distributiva respecto al producto

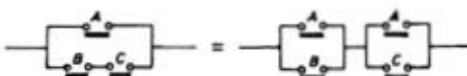
$$A(B + C) = AB + AC$$


En álgebra de Boole pueden utilizarse signos algebraicos, como son: paréntesis, corchetes, etc., para poder agrupar sumas y productos, sin que afecte al resultado final.

Verificación del postulado mediante la tabla de verdad.

A	B	C	BC	A(B+C)	A·B	A·C	A·B+A·C
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	1	1	0	1
0	1	1	1	0	0	0	0
1	0	1	1	1	0	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1

12. Propiedad distributiva de la suma respecto al producto

$$A + (B \cdot C) = (A + B) \cdot (A + C)$$


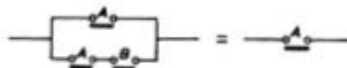
Teorema fundamental del álgebra de Boole

Si se tiene una igualdad la cual sabemos que es cierta y se le cambian sus signos, la igualdad resultante será igualmente cierta, comprobación que se puede hacer mediante la tabla de verdad.

TEOREMAS

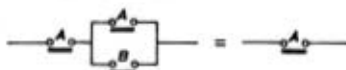
13. $A + \bar{A}B = A + B$

$$A + AB = A(1 + B), (1 + B) = 1, A + AB = A \cdot 1 = A$$



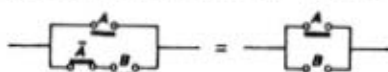
14. $A(A + B) = A$

$$A(A + B) = AA + AB, (AA = A), A(A + B) = A + AB = A$$

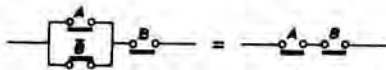


15. $A + \bar{A}B = A + B$

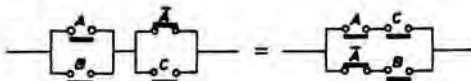
$$A + \bar{A}B = AB = (A + \bar{A})(A + B), (A + \bar{A} = 1), A + \bar{A}B = 1(A + B) = A + B$$



16. $(A + \bar{B})B = AB$
 $(A + \bar{B})B = AB + B\bar{B}$, $(B\bar{B} = C)$, $(A + \bar{B})B = AB + C = AB$



17. $(A + B)(\bar{A} + C) = AC + \bar{A}B$



TEOREMAS DE DEMORGAN

18. $\overline{A + B} = \bar{A}\bar{B}$

Suma negada, igual a producto negado.

La inversa de una suma lógica (inversa de una función O) equivale al producto lógico (función Y) de las inversas de las variables.

Tabla de verdad

A	B	$\bar{A}$	$\bar{B}$	$\overline{A + B}$	$A + B$	$\bar{A}\bar{B}$
0	0	1	1	1	0	1
1	0	0	1	0	1	0
0	1	1	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1	0

19. $\overline{AB} = \bar{A} + \bar{B}$

Producto negado, igual a suma negada.

La inversa de un producto lógico (inversa de una función Y) equivale a la suma lógica (función O) de las inversas de las variables.

Tabla de verdad

A	B	$\bar{A}$	$\bar{B}$	AB	$\overline{AB}$	$\bar{A} + \bar{B}$
0	0	1	1	0	1	1
1	0	0	1	0	1	1
0	1	1	0	0	1	1
1	1	0	0	1	0	0

Ejemplo-1

$$\overline{A \cdot B \cdot C \cdot D} = \bar{A} + \bar{B} + \bar{C} + \bar{D} = A + \bar{B} + C + D$$

Ejemplo-2

$$\overline{A \cdot B + C + D + G} = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} \cdot \bar{G} = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{D} + \bar{G} = A \cdot B \cdot C + D + G$$

El mismo resultado se obtiene:

$$A \cdot B = x, C + D + G = y, \overline{x + y} = \bar{x} \cdot \bar{y} = x \cdot y = A \cdot B (C + D + G)$$

Resumen: El teorema de DE MORGAN sirve para convertir sumas en productos.

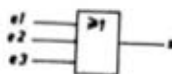
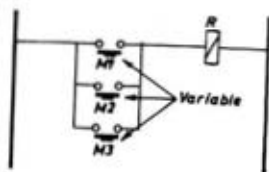
La negación de una suma se llama función NOR.

La negación de un producto se llama función NAND.

FUNCIONES LOGICAS FUNDAMENTALES

Función O

Equivale a la suma lógica de dos o más variables y corresponde a contactos conectados en paralelo.



En el ejemplo señalado en la figura, el relé tendrá tensión cuando se pulse en M1, M2 o M3, es decir:

$R = M1$
 $R = M2$
 $R = M3$

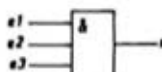
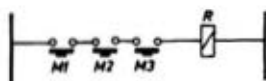
$$R = M1 \text{ o } M2 \text{ o } M3$$

En álgebra lógica el signo (+) se lee "o", por lo que la expresión anterior podría escribirse:

$$R = M1 + M2 + M3$$

Función Y

Equivale al producto lógico de dos o más variantes y corresponde a contactos en serie.



En el caso del ejemplo, el relé tendrá tensión cuando se pulse en M1, M2 y M3 a un mismo tiempo.

$$R = M1 \text{ y } M2 \text{ y } M3$$

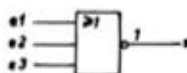
En álgebra lógica el signo (x) (·) se lee "y".

$R = M1 \times M2 \times M3$
 $R = M1 \cdot M2 \cdot M3$

Función NO

Un ejemplo de función NO sería un relé permanente en servicio, que al pulsar se cortase la señal, por lo que R está excitado cuando NO hay acción en M.

La función NO también se denomina NOR = NO-O (NO-OR en inglés).

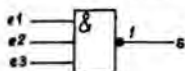


Función SI

Esta función también llamada NAND equivale a una función Y seguida de una inversión (complemento).

Cuando se tiene la totalidad de entradas a 1, la función Y tendría en la salida 1, mientras que en la función SI la salida es 0. Al faltar 1 en cualquier entrada, la salida pasaría a 1.

La función SI también se denomina NAND = NO-Y (NO-AND en inglés).



CIRCUITOS DE MEMORIA

1. Parada prioritaria

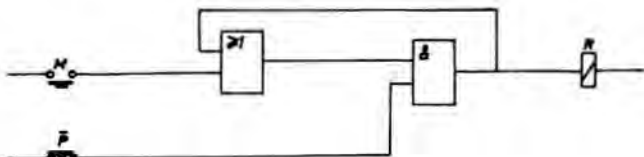
	M	P	S
	0	0	0
	0	1	0
(1)	1	0	1
(2)	0	0	1
	1	1	0

—Condición de memoria

$P = 1 (\bar{P})$	
$P = 0 (P)$	PAROS
$M = 0 (\bar{M})$	
$M = 1 (M)$	MARCHAS

$$(1) M \cdot \bar{P} = S$$

$$(2) M \cdot P \cdot S = S \quad S = M \cdot \bar{P} + \bar{M} \cdot \bar{P} \cdot S = \bar{P}(M + \bar{M} \cdot S) = \bar{P}(M + S)$$



2. Marcha prioritaria

	M	P	S
	0	0	0
(1)	1	0	1
(2)	0	0	1
	0	1	0
(3)	1	1	1

—Condición de memoria

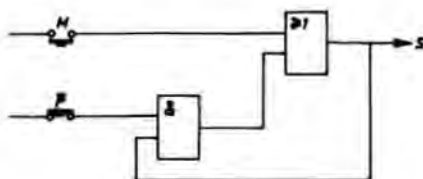
$$(1) S = \bar{P} \cdot \bar{P}$$

$$(2) S = \bar{M} \cdot \bar{P} \cdot S$$

$$(3) S = M \cdot P$$

$$S = \bar{M} \cdot \bar{P} + \bar{M} \cdot \bar{P} \cdot S + M \cdot P$$

$$S = \bar{P}(M + \bar{M} \cdot S) + P \cdot M$$



$$S = \bar{P}(M + S) + P \cdot M$$

$$S = \bar{P} \cdot M + \bar{P} \cdot S + P \cdot M$$

$$S = M(\bar{P} + P) + \bar{P} \cdot S$$

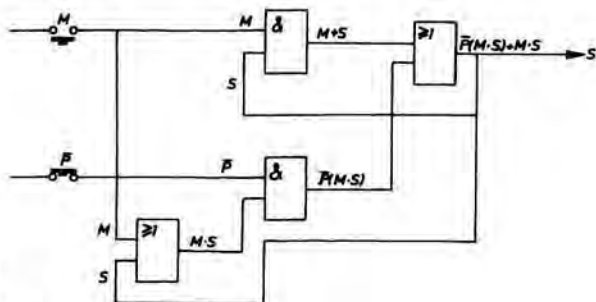
$$S = M + \bar{P} \cdot S$$

3. Memoria con indeterminación

Si se pulsamos a un mismo tiempo marcha y paro, estando $S = 1$, continua 1.

Si se pulsamos a un mismo tiempo marcha y paro, estando $S = 0$, continua 0.

	M	P	S
	0	0	0
(1)	1	0	1
(2)	0	0	1
(3)	1	1	1
	0	1	0
	1	1	0



- (1) $S = M \cdot \bar{P} = S$
 (2) $S = \bar{M} \cdot \bar{P} = S$
 (3) $S = M \cdot P = S$
 $S = M \cdot \bar{P} + \bar{M} \cdot \bar{P} \cdot S + M \cdot P \cdot S$
 $S = \bar{P} (M + \bar{M} \cdot S) + M \cdot P \cdot S$
 $S = \bar{P} (M + S) + M \cdot P \cdot S$
 $S = \bar{P} \cdot M + \bar{P} \cdot S + M \cdot P \cdot S$
 $S = M (\bar{P} + P \cdot S) + \bar{P} \cdot S$
 $S = M (\bar{P} + S) + \bar{P} \cdot S$
 $S = \bar{P} \cdot M + M \cdot S + \bar{P} \cdot S$
 $S = \bar{P} (M + S) + M \cdot S$

O Inclusiva

Incluye la posibilidad de que más de dos entradas estén en 1.

	a	b	s
	0	0	0
$a + b = s$	1	0	1
	1	1	1

O Exclusiva

Excluye la posibilidad de que más de dos entradas estén en 1.

	a	b	s
	0	0	0
	1	0	1 - $a\bar{b}$
	1	1	0 - $\bar{a}b$

$$S = a\bar{b} + \bar{a}b$$

$$\bar{a}b + a\bar{b} = \bar{a}b + \bar{a}\bar{b} \quad (\text{ecuación real})$$

(1) (2)

aplicando el teorema de DE MORGAN:

$$(1) \quad \bar{a}b + a\bar{b} = \overline{\bar{a}\bar{b}} = (\bar{a} + \bar{b}) \cdot (a + b) = \bar{a}a + \bar{a}b + a\bar{b} + \bar{b}b = \bar{a}b + a\bar{b}$$

Se pueden conseguir simplificaciones aplicando la O Exclusiva:

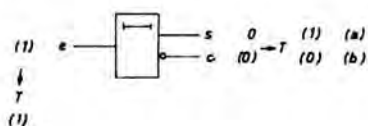
$$(2) \quad \overline{\bar{a}b + a\bar{b}} = \overline{\bar{a}\bar{b}} = (\bar{a} - b) \cdot (a - b) = \bar{a}a + \bar{a}b + ab + \bar{b}b = \bar{a}b + ab$$

13-1	SIMBOLOS		
Nº	SIMBOLO	DESIGNACION	EXPLICACION
1		CALIBRADOR	Para que haya salida, es necesario que la señal de entrada tenga una duración mínima de 10 ms (milisegundos), sin lo cual no se acusará la entrada. La finalidad de esta función es la de eliminar parásitos y falsas maniobras en el automatismo.
2		CALIBRADOR salida + complemento	$\begin{array}{ccc} s = 0 & & s = 1 \\ e = 0 & e = 1 & \\ & c = 1 & c = 0 \end{array}$
3		FUNCION Y 2 entradas 1 salida	Para que $s = 1$, es necesario que llegen las dos entradas a la función.
4		FUNCION Y 2 entradas 1 complemento	Sin haber entradas, $c = 1$ Habiendo las dos entradas, $c = 0$
5		FUNCION Y 2 entradas salida s complemento c	En esta función se cumplen las condiciones dadas para los nº 3 y 4. Con salida $s = 0$, $c = 1$ Con salida $s = 1$, $c = 0$
		Obtención de la función nº 5 mediante las funciones nº 3 y 4	La función nº 5 puede suplirse mediante una función Y con salida y otra con complemento, tal como se aprecia en la conexión.
7		FUNCION Y 3 entradas salida s complemento c	
8		FUNCION Y 3 entradas salida s complemento c	
9		FUNCION O 3 entradas salida s	Para que haya salida $s = 1$, basta con que se tenga señal en cualquiera de las entradas.
10		FUNCION O 3 entradas salida s	Si no hay ninguna entrada, el complemento da salida ($c = 1$). En el momento en que se tenga una o más entradas, el complemento c pasa a ser cero ($c = 0$).
11		FUNCION O 3 entradas salida s complemento c	En esta función se cumplen las condiciones dadas para los nºs 9 y 10. Con salida $s = 0$, $c = 1$ Con salida $s = 1$, $c = 0$
12		FUNCION O 3 entradas salida s complemento c	Similar al ejemplo nº 11.

13-2		SIMBOLOS		
Nº	SIMBOLO	DESIGNACION	EXPLICACION	
13		Obtención de la función nº 11, mediante las funciones nº 9 y 10.	De no disponer de la función anterior se puede formar de la manera que aquí se indica.	
14		Amplificador lógico con salida s.	Su finalidad es la de poder conectar a su salida más de un elemento lógico sin que se pierda la señal.	
15		Función O a impulsión. Salida s Complemento c	Al llegar señal de una entrada, las salidas pasan a ser: s = 1, c = 0, para volver pasado un tiempo t, a: s = 0, c = 1, como estaban antes de la llegada de señal.	
16		Multivibrador	Al llegar señal a la función y durante el tiempo que la tenga la salida s tendrá un tiempo 1, otro tiempo 0 de forma alternativa. Lo mismo sucederá con el complemento que tendrá 0 cuando s = 1 y 1 cuando s = 0.	
17		Salida relé	El esquema lógico en el caso de automatismo para el mando de relés y contactores se complementa con el mando de los mismos, conexión que se hace a través de esta función.	
18		Salida alterna	Se dispone de salida alterna cuando hay entrada en e.	
19		Temporizador	Cuando e = 0; s = 0 y e = 1 Cuando e = 1; s - temporizado = 1 y e - temporizado = 0 Existen diversos tipos y reglajes.	
20		Báscula binaria	Función utilizada en esquemas de codificación.	
21		Desacoplador	Esta función tiene una finalidad parecida a la del calibrador.	
22		Almacén	Elemento utilizado para el almacenaje de información en circuitos de programación.	



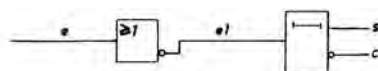
Conexión



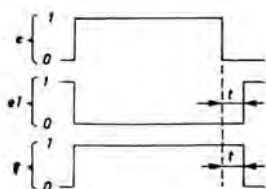
e	s	c
0	0	1
1	0 _T ¹	1 ₀ ¹
0	0	1



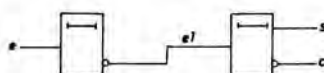
Conexión



e	el	s	c
0	1	1	0
1	0	0	1
0	1	0 _T ¹	1 ₀ ¹
0	1	1 _T ⁰	0 _T ⁰



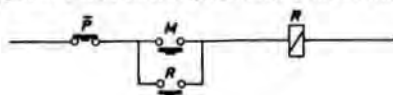
Temporizada a la conexión y desconexión



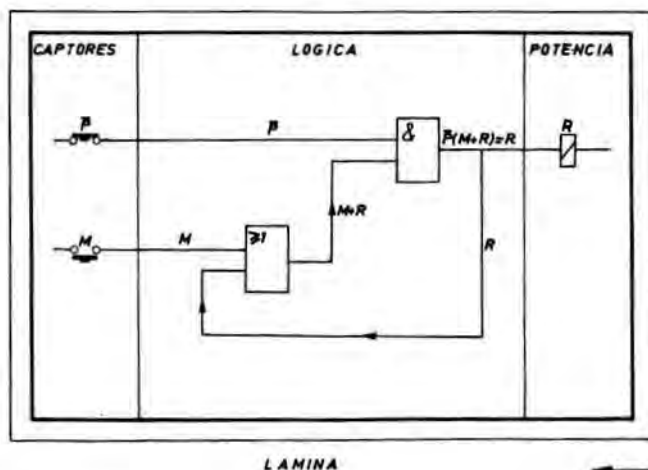
e	el	s	c
0	1	1	0
1	0 _T ¹	1 ₀ ¹	0 _T ¹
0	0 _T ¹	0 _T ¹	1 ₀ ¹

CONVERSION DE UN ESQUEMA DINAMICO (hecho con contactores), A LOGICA

Nº 1



$$\left. \begin{array}{l} \bar{P} \cdot M = R \\ \bar{P} \cdot R = R \end{array} \right\} \quad \bar{P} \cdot M + \bar{P} \cdot R = \bar{P} (M + R) = R$$

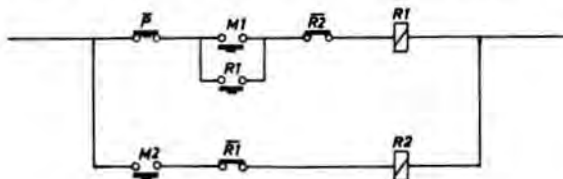


Construcción del esquema

Los captosres se colocan a la izquierda, la lógica en el centro y la salida de lógica o potencia a la derecha.

Cuando la señal va de derecha a izquierda, el conductor se señala con una flecha. Lo mismo cuando sube de abajo arriba. Sin embargo, no se suele hacer uso de estas normas.

Nº 2

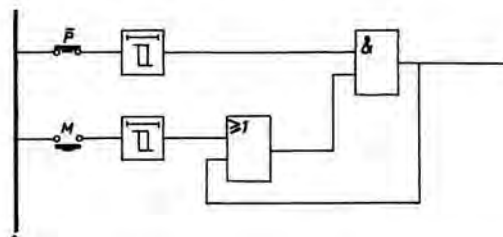
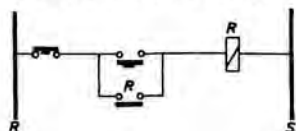


Transformación en ecuación del presente esquema

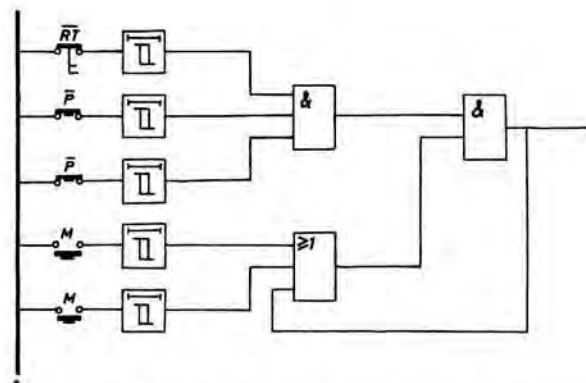
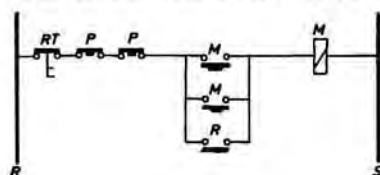
$$\left. \begin{array}{l} \bar{P} \cdot M1 \cdot \bar{R2} = R2 \\ \bar{P} \cdot R1 \cdot \bar{R2} = R2 \end{array} \right\} \quad \begin{array}{l} \bar{P} \cdot M1 \cdot \bar{R2} + \bar{P} \cdot R1 \cdot \bar{R2} = \bar{P} \cdot \bar{R2} (M1 + R1) \\ R1 = \bar{P} (M1 + R1) \bar{R2} \end{array}$$

$$M2 \cdot \bar{R1} = R2$$

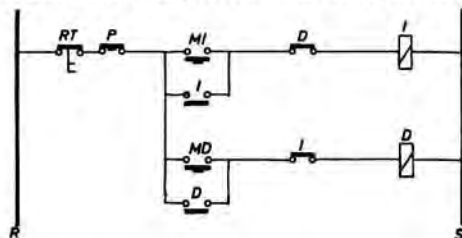
1-Mando de un contactor desde una caja de pulsadores



2-Mando de un contactor desde dos cajas de pulsadores con protección térmica



3-Eschema para inversor de giro con mando desde una caja de pulsadores



SISTEMAS DE NUMERACION

La numeración que habitualmente utilizamos corresponde al sistema decimal, que se compone de unidades, decenas, centenas, etc.

El valor de una cifra viene dado por el lugar que ocupa dentro del número, contando de derecha a izquierda.

Al valor se da el nombre de PESO y al lugar ocupado, ORDEN.

En lógica se utiliza el sistema binario, existiendo otros tipos de sistemas en función de la base que se tome para su formación.

El sistema binario de base 2 tiene por cifras significativas 0 y 1. Cualquier sistema de numeración puede pasarse al sistema binario.

Conversión de un sistema decimal en binario

Sea, por ejemplo, el número 59, que se desea pasar a un sistema binario. El procedimiento de conversión se hará tal como se indica a continuación:

$$\begin{array}{r} 59 \overline{) 2} \\ 1 \quad 29 \overline{) 2} \\ \quad 1 \quad 14 \overline{) 2} \\ \qquad 0 \quad 7 \overline{) 2} \\ \qquad \quad 1 \quad 3 \overline{) 2} \\ \qquad \qquad 1 \quad 1 \overline{) 2} \\ \qquad \qquad \quad 1 \quad 0 \end{array}$$

El número 59 decimal corresponde a 1 1 1 0 1 1 en sistema binario. La lectura del resultado se inicia de abajo arriba.

Conversión de un sistema binario en decimal

Tomando el número binario antes obtenido, pasarlo a decimal, siguiendo el procedimiento que se indica a continuación:

$$\begin{array}{rcccccc} 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ \times 2 & + 2 & + 6 & + 14 & + 28 & + 58 & \text{(Número decimal)} \\ \hline 2 & 3 & 7 & 14 & 29 & 59 \\ \\ \times 2 & \times 2 & \times 2 & \times 2 & & & \\ \hline 6 & 14 & 28 & 58 & & & \end{array}$$

En lógica es normal la utilización de códigos, pudiendo ser de diversos tipos. Entre los más utilizados están el Binario, Aiken y Gray.

Código binario no ponderado

Nº decimal	variables binarias
1	0 0 0 1
2	1 0 0 0
3	1 1 1 1
4	0 0 1 0
5	0 1 0 1
6	0 0 0 0
7	0 0 1 1
8	1 0 0 1
9	1 1 0 0
0	0 1 0 0

Ejemplo de utilización del código binario no ponderado

Pasar a binario el número decimal 984:

(9) 1 1 0 0 ; (8) 1 0 0 1 ; (4) 0 0 1 0 = 1 1 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0

Código binario puro

<i>Nº decimal</i>	<i>variables binarias</i>
1	0 0 0 1
2	0 0 1 0
3	0 0 1 1
4	0 1 0 0
5	0 1 0 1
6	0 1 1 0
7	0 1 1 1
8	1 0 0 0
9	1 0 0 1
0	0 0 0 0

Ejemplo de utilización del código binario no ponderado

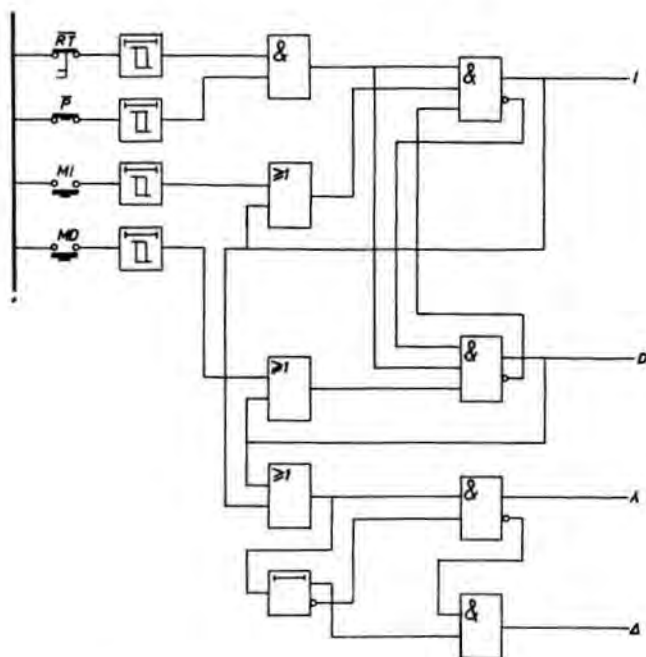
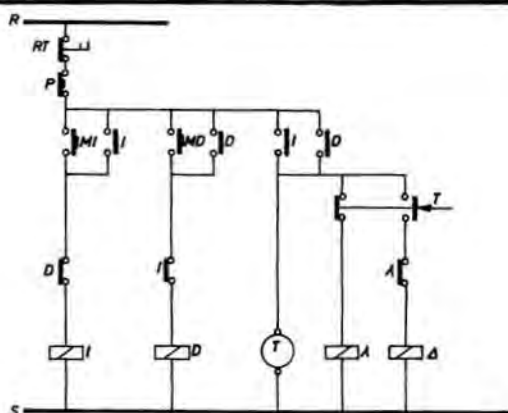
Pasar a binario el número decimal 984:

(9) 1 0 0 1; (8) 1 0 0 0; (4) 0 1 0 0 = 1 0 0 1 1 0 0 0 0 1 0 0

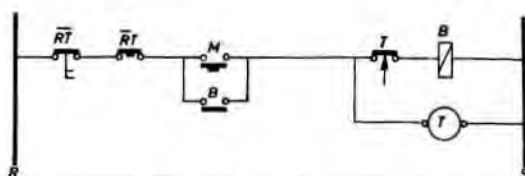
A este código también se le designa como el 1 2 4 8, B C D o D C B

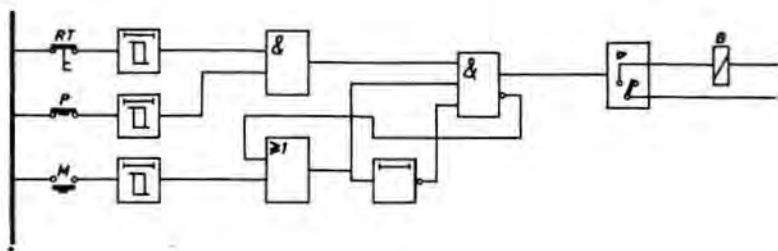
Código Aiken

<i>Nº decimal</i>	<i>Variables binarias</i>
1	0 0 0 1
2	0 0 1 0
3	0 0 1 1
4	0 1 0 0
5	1 0 1 1
6	1 1 0 0
7	1 1 0 1
8	1 1 1 0
9	1 1 1 1
0	0 0 0 0

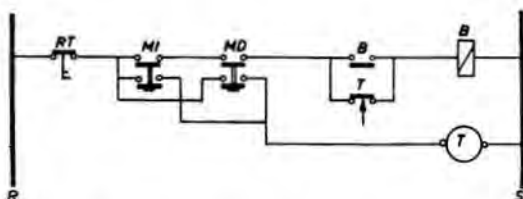
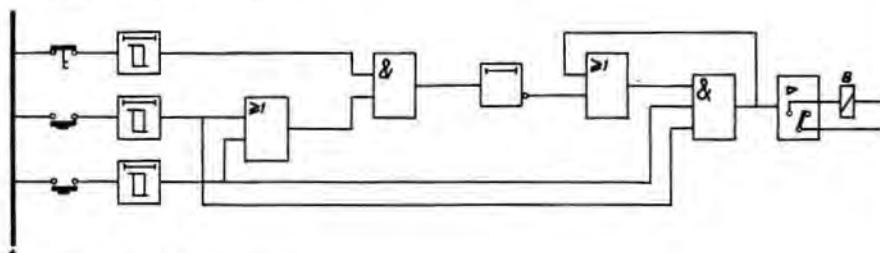


6-Mando de un contactor desde una caja de pulsadores y con paro después de un tiempo de la puesta en marcha por medio de un temporizador.

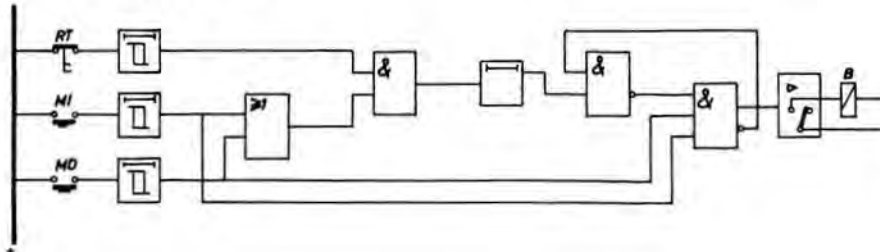




7-Protección para el mando de asallas y cortadoras

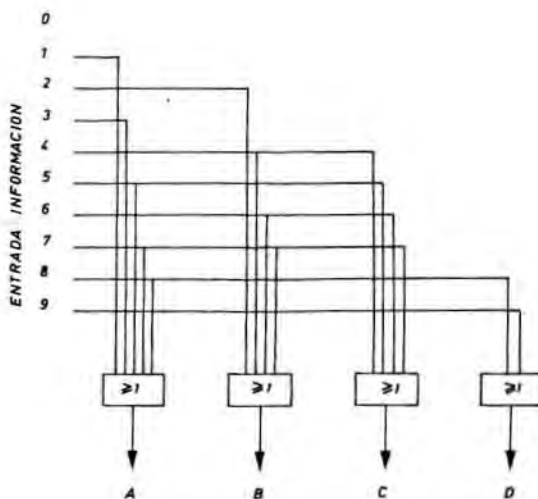
a) Con función ≥ 1 para la memoria

b) Con función & para la memoria.



CODIFICADOR DCB

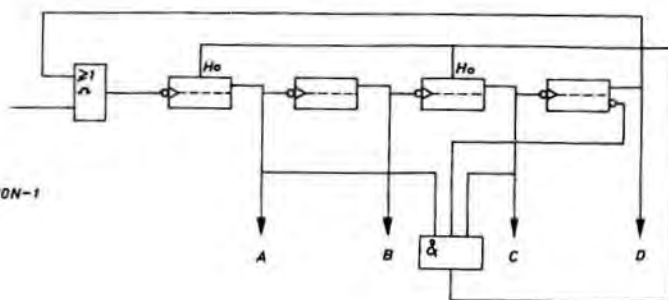
Transformación de numeración decimal a información codificada DCB



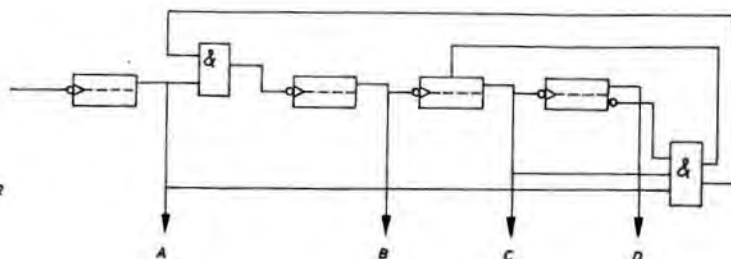
DECADA AIKEN

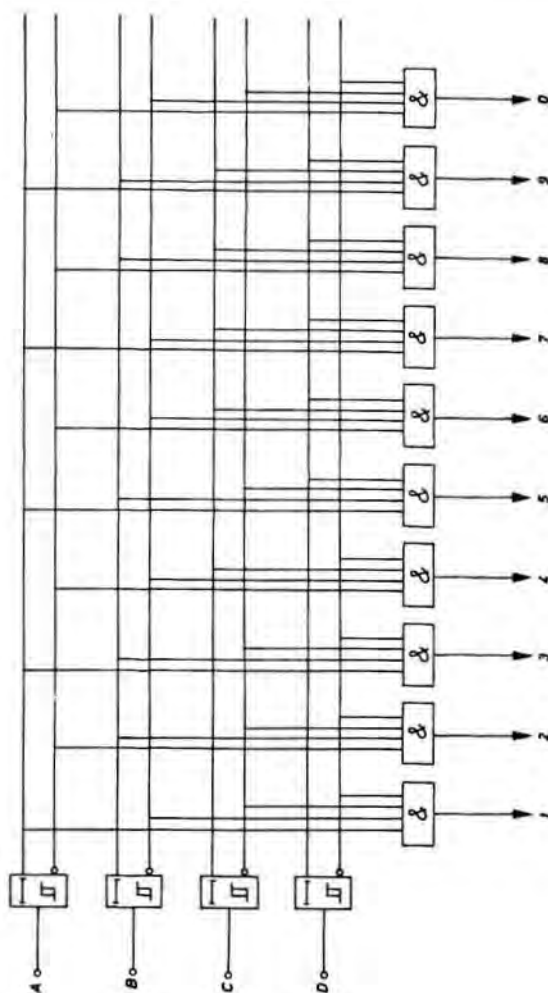
Construida con básculas

SOLUCION-1



SOLUCION-2



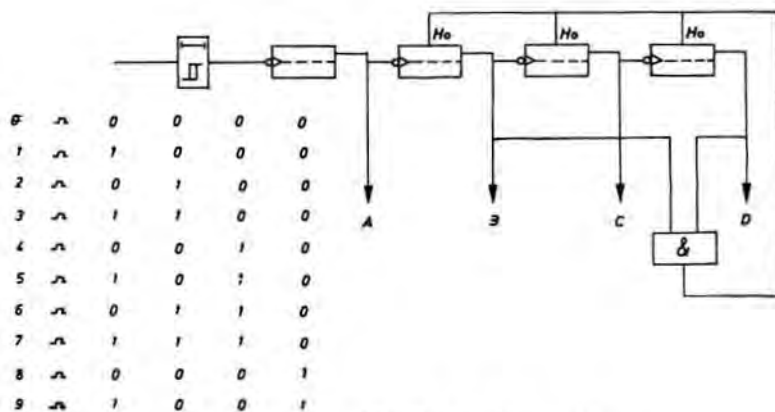


	1	2	4	2
	A	B	C	D
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	1	1	0	0
4	0	0	1	0
5	1	1	0	1
6	0	0	1	1
7	1	0	1	1
8	0	1	1	1
9	1	1	1	1

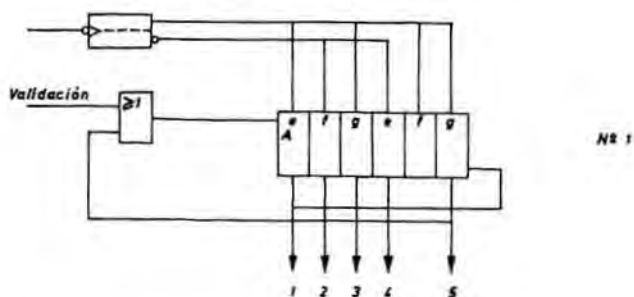
	$\bar{A}$	$\bar{B}$	$\bar{C}$	$\bar{D}$
1	A	$\bar{B}$	$\bar{C}$	$\bar{D}$
2	$\bar{A}$	B	$\bar{C}$	$\bar{D}$
3	A	B	$\bar{C}$	$\bar{D}$
4	$\bar{A}$	$\bar{B}$	C	$\bar{D}$
5	A	B	$\bar{C}$	D
6	$\bar{A}$	$\bar{B}$	C	D
7	A	$\bar{B}$	C	D
8	$\bar{A}$	B	C	D
9	A	B	C	D

Obtención del código AIKEN mediante las 4 entradas de información y las salidas correspondientes a señal decimal

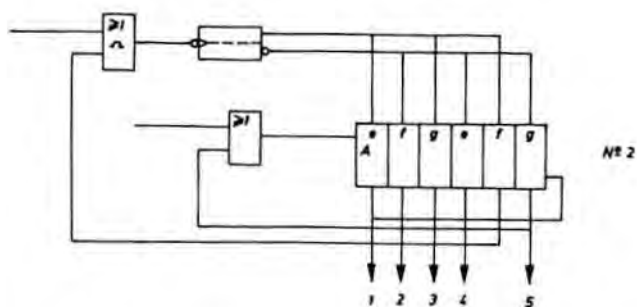
DECADA DCB
(Construida con básculas)



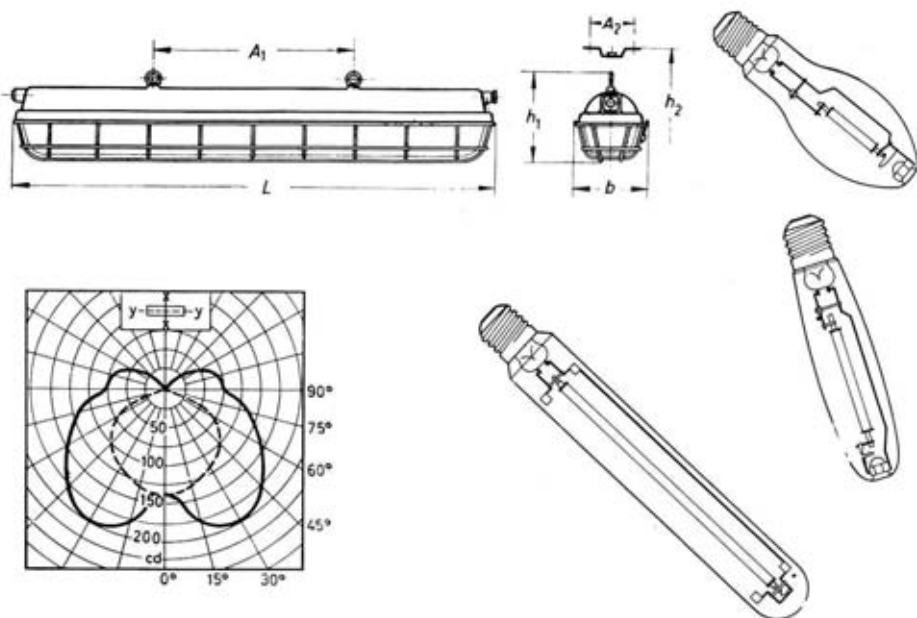
REGISTRO DE PROGRAMA



Contador de 5 pasos (con validación)



Los dos esquemas podrían ser equivalentes, pero en el nº1 se salta un paso, mientras que en el nº2 el funcionamiento es correcto.



14 ILUMINACION INDUSTRIAL

- Magnitudes luminosas
- Niveles de iluminación
- Rendimiento lumínico de las lámparas más usadas
- Cálculo sencillo de iluminación
- Acometida privada
- Ejemplo y cálculo de alumbrado industrial
- Símbolos utilizados en esquemas para instalaciones de alumbrado
- Alumbrado de una vivienda
- Clases de protección para armaduras de alumbrado
- Esquemas para instalaciones de alumbrado
- Inicio de instalación
- Protección para armaduras de alumbrado
- Nº de conductores que pueden alojarse en tubos

MAGNITUDES LUMINOSAS

Flujo luminoso (ϕ)

Flujo emitido en un estereoradián por una intensidad luminosa de una candela.

$$\phi = \frac{Q}{t} \text{ en lumen (lm)}$$

Cantidad de luz (Q)

Producto del flujo luminoso por su duración, dado en lumen x segundo (lm/seg.)

Intensidad luminosa (I)

Cociente del flujo luminoso que abandona una superficie y que se propaga en un elemento de ángulo sólido contenido en la dirección, por este elemento de ángulo sólido.

$$I = \frac{\phi}{\omega} \text{ en candelas (cd)}$$

Iluminación (E)

Cociente del flujo luminoso incidente sobre un elemento de superficie, por el área de este elemento.

$$E = \frac{\phi}{S} \text{ en lux (lx)}$$

Brillo

Se admite que para no fatigar la vista, el brillo de un aparato de iluminación de una superficie reflectora no debe pasar de 0,4 sb.

$$\text{sb} = \frac{1 \text{ cd}}{1 \text{ cm}^2} \text{ en stilb (sb); otra unidad utilizada el nit, } 1 \text{ nit} = \frac{1 \text{ cd}}{1 \text{ m}^2}$$

NOCIONES DE ILUMINACION

Una buena iluminación debe garantizar una buena tarea visual, evitando la fatiga de los ojos. Contribuir a proporcionar un ambiente agradable del local, resaltando los objetos y el conjunto.

Proyectos de iluminación

Normas que son convenientes tener presente:

1. Evitar el deslumbramiento
2. Obtener una repartición lo más uniforme de la iluminación.
3. Estudio cuidadoso de una conveniente iluminación, para cada clase de trabajo
4. Obtener el rendimiento más aceptable

Clasificación de los aparatos:

1. Aparatos de iluminación directa
2. Aparatos de iluminación semidirecta
3. Aparatos de iluminación indirecta
4. Aparatos de iluminación mixta

Tabla donde se indica el coeficiente K por el que se habrá de multiplicar el flujo total.

Iluminación	Local	K	Local	K
DIRECTA	Claro	2	Oscuro	5
INDIRECTA	Claro regular	3	Claro irregular	8
DIRECTA	Calles y plazas	de 3 a 8		

Niveles de iluminación para diferentes locales (valores mínimos en servicio en lux)

APARCAMIENTO

No vigilado	10 lx
Vigilado	20 lx

CANTERAS, minas al descubierto 50 lx

TRABAJOS DE CONSTRUCCION

Edificios	100 lx
Excavaciones	20 lx
Obras públicas	50/100 lx

EDIFICIOS Y MONUMENTOS

Con alrededores brillantes:	
Superficies claras	150 lx
Superficies medio claras	200 lx
Superficies medio oscuras	300 lx
Superficies oscuras	200 lx
Con alrededores oscuros:	
Superficies claras	50 lx
Superficies medio claras	100 lx
Superficies medio oscuras	150 lx
Superficies oscuras	200 lx

EDIFICIOS EXTERIORES

Accesos:

Activos (peatones y/o vehículos)	50 lx
Inactivos de uso poco frecuente	10 lx
Localizaciones visuales y estructuras	50 lx
Alrededores próximos a edificios	10 lx
Alrededores alejados, inactivos	2 lx
Vallas o límites	2 lx

MUELLES

Cargamentos	200 lx
Alrededores zona embarque	50 lx
Pasajeros	200 lx

LUGARES COMUNES (cualquier clase de inmueble)

Pasillos, salidas, ascensores, vestuarios	100 lx
Salas de recepción o espera (alumbrado general)	200/500 lx
Mesas de comedor	200 lx

EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS Y COMERCIALES

Archivos	200 lx
Mesas de lectura en biblioteca	300 lx
Contabilidad, Mecanografía	400/1000
Otros trabajos administrativos de oficinas	300/600 lx

COLEGIOS

Salas de estudio	300 lx
Tableros de dibujo, tableros de costura	1000 lx
Tableros de prácticas en laboratorios	500/1000

EDIFICIOS RELIGIOSOS

Naves de iglesias	200 lx
Presbiterio	300 lx

HOGAR

Dormitorio-Alumbrado general	100 lx
Dormitorio-Alumbrado de cabecera	200 lx
Cocina (mesa, cocina, fregadero)	200 lx
Cuarto de estar-Lectura prolongada	300 lx
Cuarto de estar-Alumbrado general	100 lx
Cuarto de estar-Costura intermitente	200 lx
Mesa de trabajo del escolar en su casa	300 lx

GRANJAS

Áreas inactivas (alumbrado protector)	2 lx
Áreas activas	10 lx
Zonas de almacenaje	30 lx

JARDINES

Alumbrado general:

Fondos decorativos (vallas, árboles)	5 lx
Rosaledas	50 lx
Puntos importantes de confluencia	100 lx

DEPORTES

Baloncesto	
Amistoso	100 lx

Balón Volea	
Competición	200 lx
Entrenamiento	100 lx

Boxeo	
Campeonatos	5000 lx
Profesional	2000 lx
Aficionados	1000 lx

Frontón	
Club	200 lx

Fútbol	
1ª División	1000 lx
2ª División	500 lx
3ª División	300 lx
Entrenamientos	100 lx

Piscina	
Alumbrado de superficie	100 lx

Tenis	
Campeonato	300 lx
Club	200 lx
Entrenamiento	100 lx

HOSTELERIA

Ver Hogar

Comedor, cafetería, hall, alumbrado
general 200 lx

HOSPITALES

Cama de los enfermos (sobre la cama) . 200 lx
Laboratorio 500/ 1000 lx
Quirófano (campo operatorio) desde 3000 lx

LOCALES INDUSTRIALES

Dada la diversidad de trabajos que se realizan en la industria, sería extraordinariamente extensa la relación de niveles de iluminación que deben tener cada uno de los trabajos industriales. Por ello, lo más conveniente es consultar para cada caso específico que se presente.

TIENDAS Y ALMACENES

La iluminación que deben tener dependerá:

— De la importancia de la ciudad o de la actividad comercial del distrito o barrio en que está emplazado el comercio.

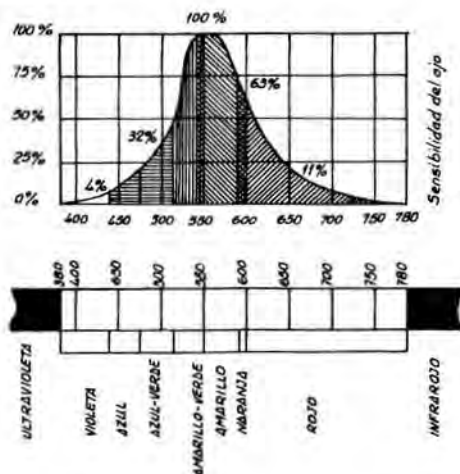
— De la iluminación de la calle y de los establecimientos colindantes.

Alumbrado general 200 lx
Alumbrado sobre los mostradores 500 lx
Vitrinas especiales 1000 lx
Escaparate a la calle 1000/2000 lx

Luz visible (longitud de onda para los diferentes colores)

FISIOLOGICAMENTE Impresión del color que recibe la vista	VIOLETA	AZUL	VERDE	AMARILLO	NARANJA	ROJO	
FISICAMENTE Longitud de onda μ	380	450	500	570	590	690	780

Curva de sensibilidad del ojo humano



Relación del rendimiento lumínico de las lámparas más usadas en función de su potencia.

LAMPARAS DE INCANDESCENCIA

Potencia (w)	Flujo (lm)
25	220
40	425
60	780
100	1.600
200	3.500
300	5.600
500	10.000
1000	21.000

LAMPARAS FLUORESCENTES

Potencia	Tensión	Intensid.	P. Abs.	Condens.
(w)	(v)	(l)	(Pa)	(μf)
15	125	0,332	20	5
20	125	0,357	25	5
20	220			
25	125	0,680	40	10
25	220	0,342	42	4
40	125	0,850	51	12
40	220	0,410	53	4

Lámparas de Mercurio (Alta presión)

W	V	I	Pa	lm	F
50	220	0,6	59	1.900	7
80	220	0,8	89	3.500	8
125	220	1,15	137	5.600	10
250	220	2,15	266	12.000	18
400	220	3,25	425	21.000	25
700	220	5,40	735	37.000	40
1000	220	7,50	1045	52.000	60
2000	380	8,00	2070	125.000	37

Lámparas de Vapor de Sodio (Alta presión)

W	V	I	Pa	lm	f
250	220	3,00	285	19.000	32
400	220	4,00	450	38.000	52

Lámparas de Vapor de Sodio (Baja presión)

W	V	I	Pa	lm	f
35	220/480	1,4/0,6	56	4.600	20
55	220/480	1,4/0,6	76	7.600	20
90	220/480	2,1/0,9	113	12.500	26
135	220/660	3,1/0,9	175	21.500	40
180	220/660	3,1/0,9	220	31.500	45

W Potencia útil

Pa Potencia absorbida en W

Ampolla con capa reflectora

CALCULO SENCILLO DE ILUMINACION

1^{er} caso: Sea un local cuyas medidas son 10 x 6 m., en el que se pondrán 6 puntos de luz de incandescencia, para el que se desea una intensidad de iluminación de 100 lx.

Hallar la potencia en vatios de cada punto.

El local es de paredes claras.

Sección local = 10 x 6 = 60 m²

Sección por punto = 60:6 = 10 m²

Flujo útil por punto = S . lx = 10 x 100 = 1.000 lm

Flujo total por punto = K . lm (punto) = 2 x 1.000 = 2.000 lm

Las lámparas de incandescencia dan de 10 a 20 lm/W, por lo que para el cálculo se toman 15 lm/W

Wattios por punto = Flujo total:lm/W = 2.000:15 = 133 W

Si en lugar de poner lámparas de incandescencia, se pusieran fluorescentes, que dan un flujo que oscila entre 35 a 56 lm/W. Tomando 50 lm/W, la potencia en WATIOS por punto sería de:

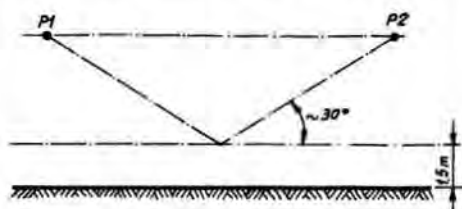
Wattios por punto = Flujo total:lm/W = 2.000:50 = 40 W

En este ejemplo puede verse la ventaja de colocar lámparas fluorescentes en lugar de las de incandescencia. El vataje que en un principio era 133 W queda rebajado hasta 40 W, con una reducción aproximada de tres veces la potencia de incandescencia.

2^o caso: Una calle de 15 m. de anchura debe ser iluminada con una intensidad de iluminación de 10 lx a lo largo de sus 400 m., empleando lámparas de vapor de sodio.

Calcular el número de puntos, la potencia de cada punto y la distancia entre puntos.

Superficie por metro de calle = $1 \times 15 = 15 \text{ m}^2$
 Flujo por metro de calle = $S \cdot lx = 15 \times 10 = 150 \text{ lm}$
 Flujo total por metro de calle = $K \cdot \text{lm/m} = 4 \times 150 = 600 \text{ lm}$



El ángulo que forma un punto con otro, sobre el plano de trabajo, no será inferior a 30° , tal como indica la figura.

Las lámparas cuyo flujo está comprendido entre 1.000 y 6.000 lm, se colocarán aproximadamente de 4 a 6 m. del suelo y las más potentes hasta 20.000 lm de 8 a 9 m.

El plano de trabajo se calcula entre los valores de 1 a 1,5 m desde el suelo.

En el caso estudiado se colocarán a 7,5 m sobre el suelo.
 La distancia entre puntos será igual, si el ángulo que forman es de 30°
 Distancia $d = 2 \cdot h \cdot \text{tg} \alpha = 2 \cdot 6 \cdot 0,577 = 20 \text{ m}$
 Flujo por punto = $600 \cdot 20 = 12.000 \text{ lm}$
 Dando las lámparas de vapor de sodio de 40 a 65 lm/W. Se toman para el cálculo 60 lm/W
 Watios por punto = $12.000 : 60 = 200 \text{ W}$

Como fácilmente podrá observarse la repartición de la luz será tanto mejor cuanto mayor número de puntos de luz haya.

CALCULO PARA EL ALUMBRADO DE UNA NAVE INDUSTRIAL

El presente estudio se refiere a la instalación de un local destinado a contener máquinas textiles para la industria del algodón y en el que se han de realizar las operaciones de separación, mezcla y selección del algodón.

Las dimensiones del local son las siguientes:

Longitud $L = 20 \text{ m}$
 Anchura $A = 12 \text{ m}$
 Altura $H = 6,5 \text{ m}$

La altura está medida desde el suelo hasta el punto en que van colocadas las pantallas.
 La iluminación a dar al local será de 200 lx/m^2 .

Cálculo general de los elementos que componen esta instalación

ILUMINACION

Sección del local

$$S = L \cdot A = 20 \cdot 12 = 240 \text{ m}^2$$

Por las condiciones del local emplearemos un coeficiente $K = 3,5$

Flujo total

$$\phi = S \cdot lx \cdot K = 240 \cdot 200 \cdot 3,5 = 168.000 \text{ lm}$$

Para la instalación se utilizarán tubos fluorescentes de las siguientes características:

Color — Luz día

Flujo luminoso — $\phi 1 = 2200 \text{ lm}$ por tubo de 40 W luz día

Nº de tubos necesarios

$$N^\circ = \frac{\text{Flujo total}}{\text{Flujo de un tubo}} = \frac{168.000}{2.200} = 76 \text{ tubos fluorescentes}$$

Estos tubos se colocarán en 5 filas de pantallas de a 3 tubos. Cada fila tendrá 5 pantallas.

Las características de los tubos fluorescentes a emplear son:

Potencia del tubo – 40 W

Tensión de alimentación – 220 V

Intensidad absorbida – 0,41 A

Factor de potencia – 0,6

Potencia perdida en la reactancia – 13 W

CALCULO DE CONDENSADORES

Debido a que el factor de potencia es muy bajo, lo que representa un mayor consumo de energía y, un mayor coste mensual del alumbrado, se va a proceder a hacer el cálculo del tipo de condensador a colocar al tubo fluorescente, para conseguir un factor de potencia de 0,85.

$$P_z = U \cdot I = 220 \cdot 0,41 = 90,2 \text{ VA}$$

$$P = P_{\text{tubo}} + P_{\text{reactancia}} = 40 + 13 = 53 \text{ W}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{P_z} = \frac{53}{90,2} = 0,6 \text{ (sen } \varphi = 0,8)$$

Potencia reactiva (P_x) sin condensador.

$$P_x = P_z \cdot \text{sen } \varphi = 90,2 \cdot 0,8 = 72,16 \text{ VA}$$

Potencia aparente que se tendrá con $\cos \varphi_1 = 0,85$

$$P_{zd} = \frac{P}{\cos \varphi_1} = \frac{53}{0,85} = 62,5 \text{ VA}$$

$\text{sen } \varphi_1 = 0,53$

$$P_{xd} = P_{zd} \cdot \text{sen } \varphi_1 = 62,5 \cdot 0,53 = 33,13$$

La potencia capacitiva necesaria será:

$$P_c = P_x - P_{xd} = 72,16 - 33,13 = 39,03 \text{ VAc}$$

$$I_c = \frac{P_c}{U} = \frac{39,03}{220} = 0,18 \text{ A}$$

$$C = \frac{I_c \cdot 10^6}{U \cdot 2 \cdot \pi \cdot F} = \frac{0,18 \cdot 10^6}{220 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50} = 2,7 \text{ mf}$$

La intensidad absorbida por tubo al colocarle el condensador será de:

$$I = \frac{P_{zd}}{U} = \frac{62,5}{220} = 0,285 \text{ A}$$

Como son pantallas de tres tubos y están conectadas en triángulo, la intensidad absorbida de línea será:

$$I_{lp} = \sqrt{3} \cdot I_l = \sqrt{3} \cdot 0,285 = 0,5 \text{ A}$$

Los condensadores que se necesitan serán de las siguientes características:

Tensión de trabajo – 220/250 V

Capacidad – 3 mf

Sección de los conductores

La distribución de las cargas que se tienen por fila viene indicado en la lámina 14-0.

Se trata de calcular la sección de esta línea trifásica, en la que va a admitir una caída de tensión del 1,43%.

La caída de tensión será:

$$v_c = \frac{1,43 \cdot 230}{100} = 3,3 \text{ V}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho}{v_c} (L_1 + L_2 + \cos \phi) = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,0172}{3,3} [(2 + 6 + 10 + 14 + 18)(0,5 + 0,86)] = 0,2 \text{ mm}^2$$

Consultando el R.E.B.T. puede apreciarse que la sección mínima para línea a derivar es de 2,5 mm² y las conexiones de aparatos 1 mm².

El desequilibrio entre fases no deberá sobrepasar por encima del 15%.

Línea general — 2,5 mm² de sección

Derivación a pantallas — 1,5 mm²

Acometida

La caja de acometida será metálica, precintable y cerrada mediante hojas de bisagra.

El borne negro estará aislado. La abertura para el paso de pletinas (si las hubiera) se cerrará mediante una placa aislante. La separación entre los elementos con tensión y entre éstos y masa será como mínimo de 4 cm.

El cuadro del abonado empieza en el interruptor automático general, seguido de un juego de fusibles, derivándose a continuación las distintas líneas. Todo conductor anterior al mencionado cuadro irá con protección metálica, no se admite el plástico.

Los tableros de los contadores tendrán las medidas de 33.50.2 cm., con entrada por la izquierda. Para estos casos se observarán las normas establecidas por la compañía suministradora de electricidad.

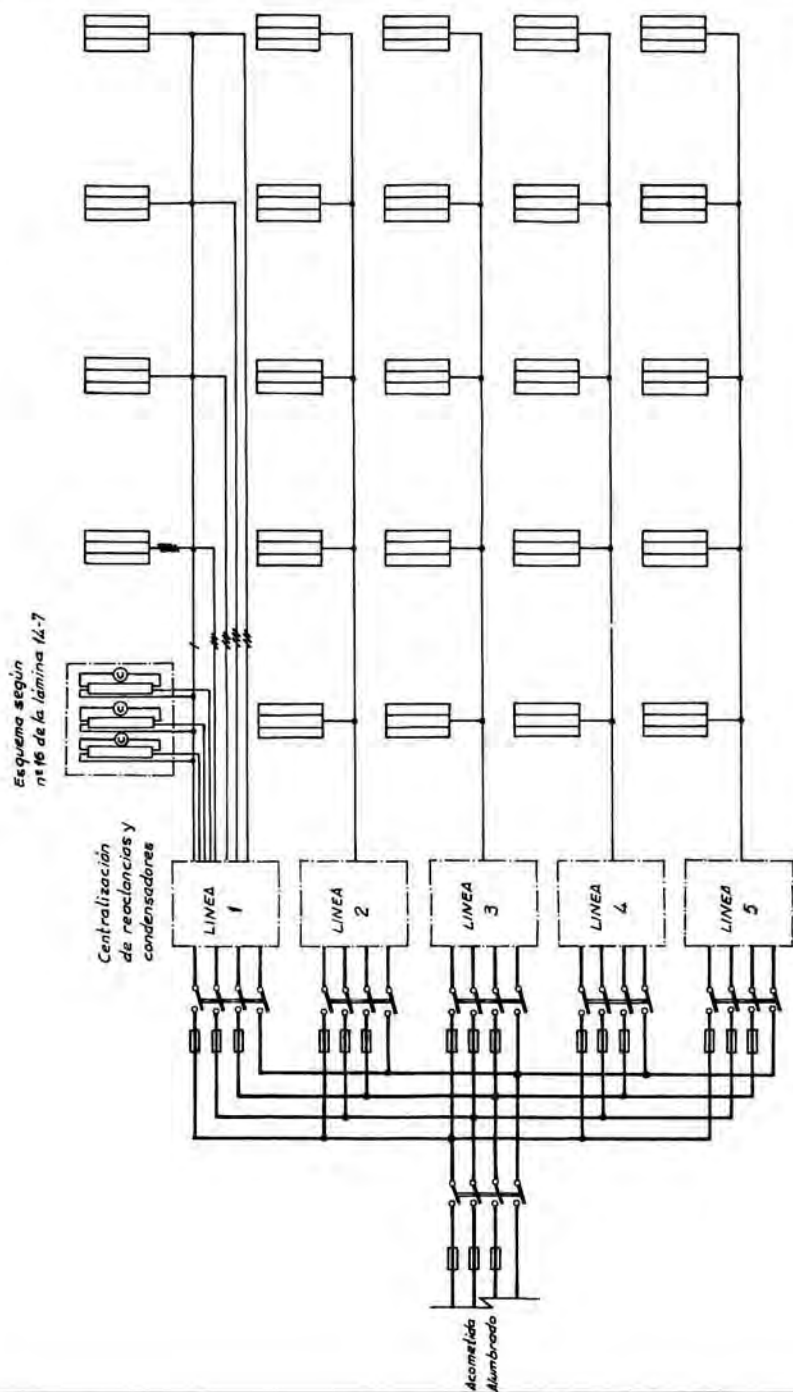
El tubo que lleva los conductores del transformador a contadores y de éstos al seccionador de salida cumplirá los requisitos establecidos.

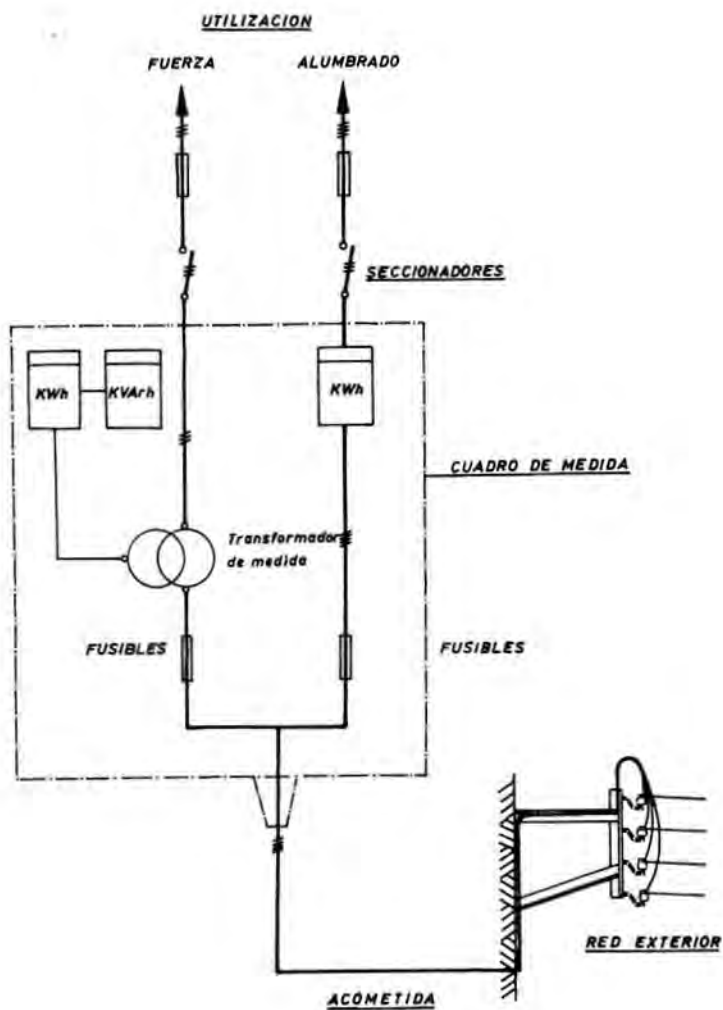
Como quiera que la entrada de red es aérea, la palomilla estará situada de manera que el conductor inferior quede a 6 m del suelo.

Los cortacircuitos serán de alto poder de ruptura, según normas DIN 43.620, disponiendo de un manillar por juego.

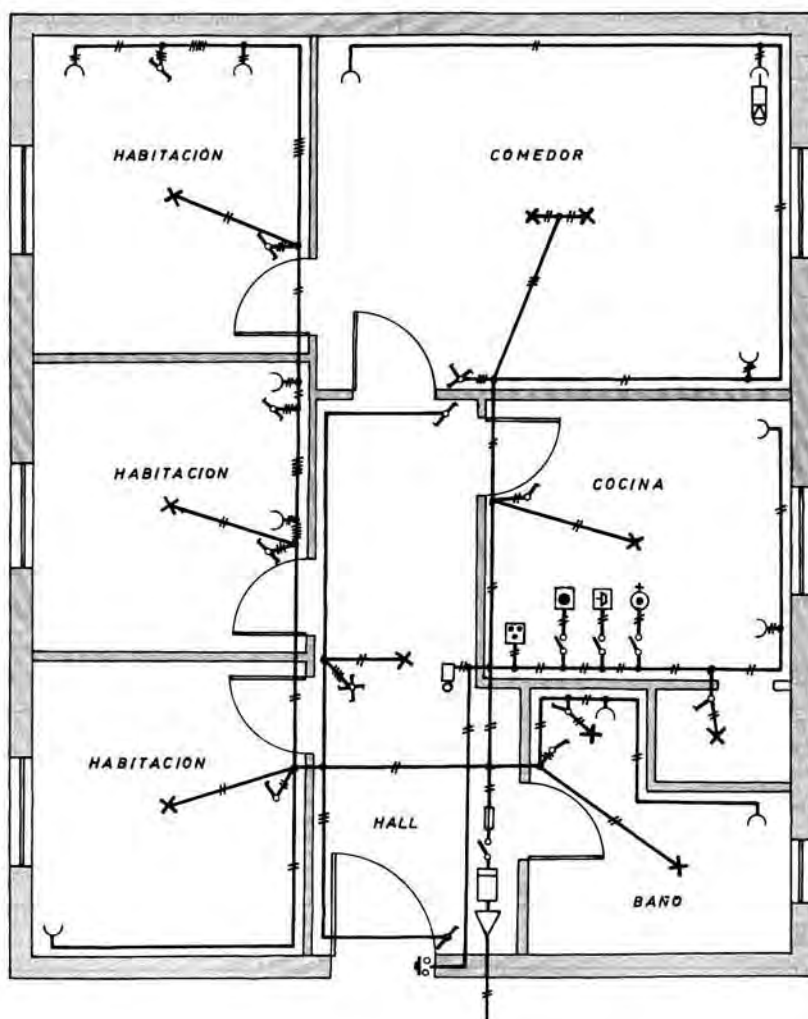
Los cortacircuitos podrán ser de rosca Edison siempre que la corriente absorbida no sobrepase los 25 A.

A continuación se representa un ejemplo de acometida privada, apropiada al tipo de instalación estudiada.





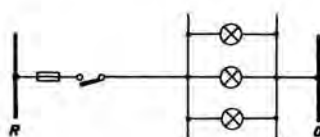
14-2		SIMBOLOS	
SIMBOLO	DENOMINACION	SIMBOLO	DENOMINACION
	Línea general		Alimentación de línea hacia arriba
	Línea subterránea		Alimentación de línea desde arriba
	Línea para timbres		Alimentación de línea hacia abajo
	Línea bajo tubo		Alimentación de línea desde abajo
	Línea con indicación de nº de conductores		Toma de tierra
	Línea con puesta a tierra		Masa general
	Derivación de línea		Interruptor general
	Punto de luz		Interruptor de sobrecarga
	Punto de luz fluorescente		Disparador de sobreintensidad
	Punto de luz luminescente		Disparador de sobretensión
	Alumbrado público con brazo		Interruptor diferencial
	Derivación con enchufe		Interruptor
	Enchufe con tierra		Conmutador
	Punto de luz múltiple		Interruptor doble
	Línea de alumbrado de emergencia		Interruptor doble con enchufe
	Seccionador		Relé electromagnético de sobreintensidad
	Fusible seccionador		Disparador de tensión con retardo (mínimo)
	Aparato eléctrico de medida		Disparador de sobretensión con retraso (máximo)
	Aparato eléctrico en general		Frigorífico y su potencia
	Cocina eléctrica		Lavadora
	Calentador de agua con su potencia		Lava-vajillas
	Televisor		Aparato de calefacción
	Receptor de radio		Temporizador
	Ventilador eléctrico		Cerradura eléctrica
	Contador de energía		Cuadro indicador de 4 líneas
	Tablero de distribución principal		Teléfono
	Tablero de distribución secundaria		Caja de derivación



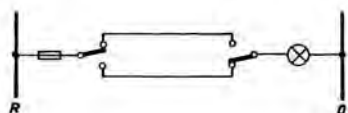
1



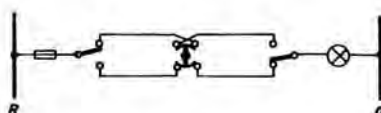
2



3



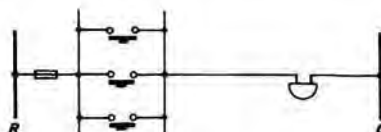
4



5



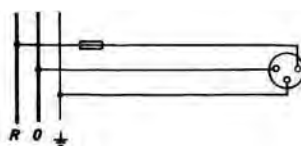
6



7

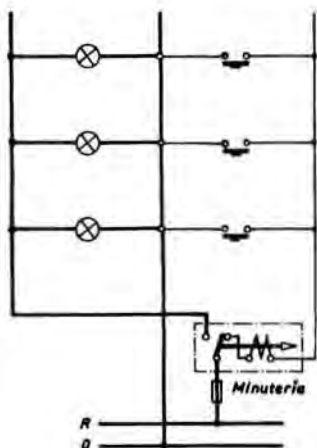


8

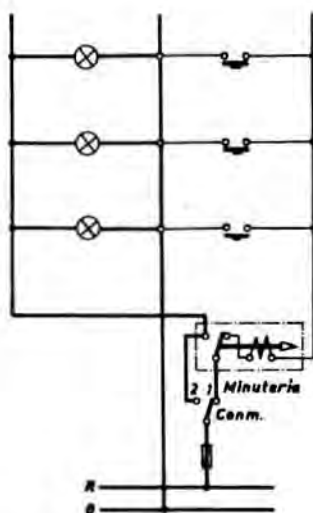


1. Lámpara sencilla
2. Lámparas en paralelo
3. Lámpara conmutada desde dos puntos
4. Lámpara desde tres puntos
5. Timbre sencillo
6. Timbre desde varios puntos
7. Cerradura eléctrica
8. Base de enchufe con toma a tierra

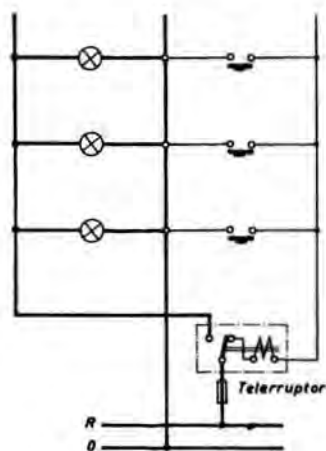
9



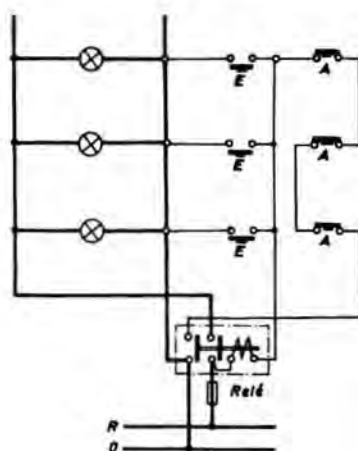
10



11

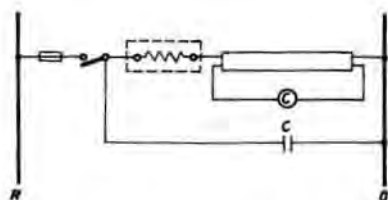


12

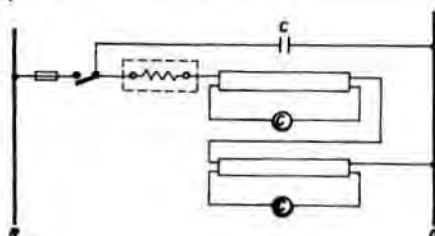


9. Lámparas de escalera con encendido por pulsador y desconexión por minutería.
10. Esquema similar al anterior pero con conmutador con el que pueden encenderse las lámparas directamente, poniéndolo en posición 2.
11. Encendido y apagado de lámparas utilizando un telerruptor.
El telerruptor es un electroimán que acciona un contacto cambiando su posición a 1 ó 2 cada vez que se pulsa. Es un relé biestable. En posición 1, lámparas apagadas. En posición 2, lámparas encendidas.
12. Lámparas cuyo encendido y apagado se hace a través de un relé. Pulsando en M se encienden las lámparas, pulsando en P se apagan.

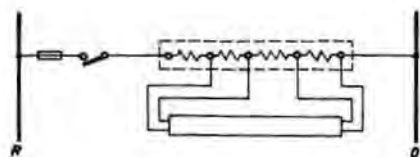
13



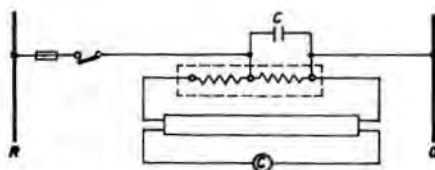
14



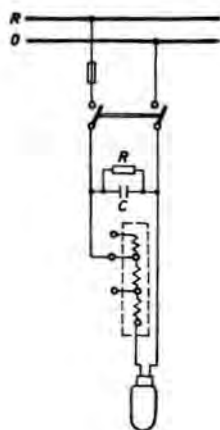
15



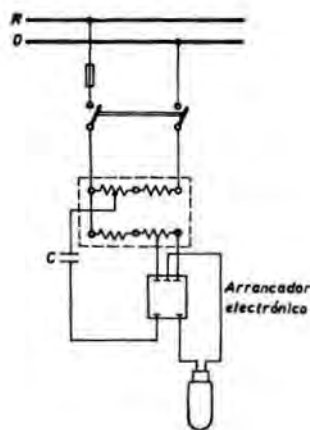
16



17

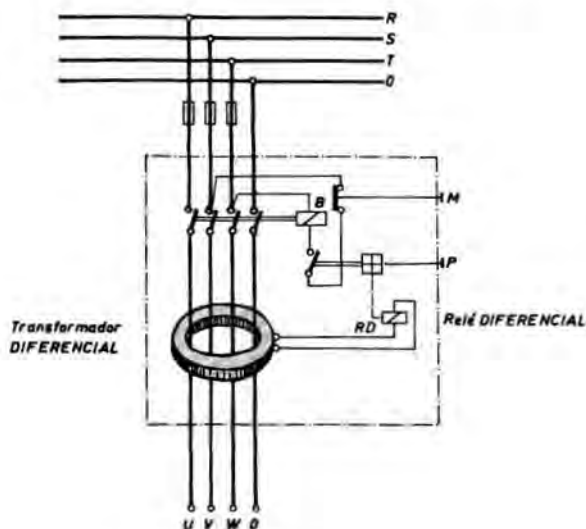


18



13. Tubo fluorescente con cebador
 14. Dos tubos fluorescentes con una sola reactancia
 15. Tubo fluorescente con encendido rápido, sin condensador
 16. Tubo fluorescente con reactancia autotransformador
 17. Lámpara de vapor de mercurio (Hg)
 18. Lámpara de vapor de sodio (Na)

Existen muy diversos esquemas para el alumbrado fluorescente, de mercurio y de sodio, motivo por el cual, en cada caso se tendrá en cuenta el esquema que lleva el equipo de arranque.



RELÉ DIFERENCIAL CON TRANSFORMADOR

Este elemento de protección se monta al inicio de instalación, ya sea de alumbrado o de fuerza.

El relé diferencial RD acusa señal cuando el transformador toroidal detecta un defecto de corriente, como podría ser: una fase a masa, un fallo de aislamiento, etc.

Al llegar la corriente a RD se excita la bobina si el desequilibrio del sistema, tres fases y neutro, es superior a aquél para el que ha sido reglado el aparato, abriendo su contacto y desconectando la bobina B y como consecuencia reproduce la desconexión de la red del circuito de utilización.

En todo circuito, los relés de protección del tipo que sean, protegen contra sobreintensidades que en ningún caso llegan al cortocircuito. Para proteger las intensidades de cortocircuito están los fusibles o cortacircuitos.

Maniobra.— Para conectar la utilización se pulsará en M y para hacer el paro en P.

Las características del transformador diferencial a poner en un circuito serán acordes con la sensibilidad o precisión del fallo que se admite para cada circuito en particular.

TABLA N° 1

Clases de protección para armaduras de alumbrado.

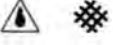
GRADO DE PROTECCION	SEGUN NORMA		PROTECCION CONTRA		
	DIN 40050	V DE 0710			
P 20		—	Contacto de los dedos	Entrada de cuerpos extraños de tamaño medio	—
P 21			Contacto de los dedos	Entrada de cuerpos extraños de tamaño medio	Agua de goteo
P 22			Contacto de los dedos	Entrada de cuerpos extraños de tamaño medio	Agua de lluvia
P 30	—	—	Contacto de herramientas	Entrada de cuerpos extraños de pequeño tamaño	—
P 33			Contacto de herramientas	Entrada de cuerpos extraños de tamaño pequeño	Agua salpicada
P 43			Contacto de herramientas	Acumulaciones de polvo en su interior	Chorro de agua
P 44			Contacto de herramientas u otros elementos	Acumulaciones de polvo en su interior	Chorro de agua sin presión
P 54			Contacto de herramientas u otros elementos	Entrada de polvo	Chorro de agua
P 55			Contacto de herramientas u otros elementos	Entrada total de polvo	Chorro de agua a presión
Existen otros grados de protección para armaduras antideflagrantes					

TABLA N° 2

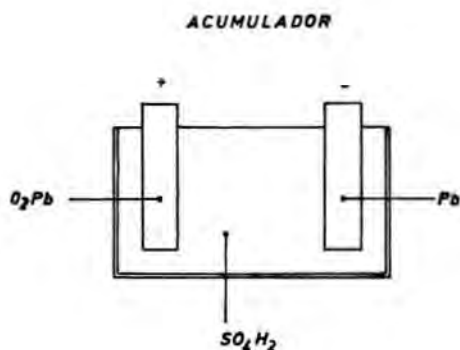
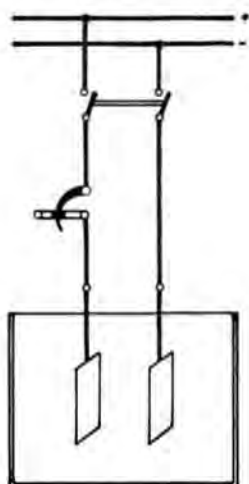
Número máximo de conductores que se pueden alojar en tubos.

Número máx. de conductores Sección mm²	Diámetro mínimo a mm de los tubos					
	A		B		C	
	PVC	Goma	PVC	Goma	PVC	Goma
2 x 1	13	13	9	9	9	11
2 x 1,5	13	13	9	9	9	11
2 x 2,5	13	13	9	11	9	13
2 x 4	13	16	9	11	11	13
2 x 6	13	23	11	13	13	16
2 x 10	23	23	16	16	16	23
3 x 1	13	13	9	11	9	13
3 x 1,5	13	13	9	11	11	13
3 x 2,5	13	13	9	11	11	13
3 x 4	13	16	11	13	13	16
3 x 6	16	23	13	16	13	23
3 x 10	23	23	16	23	23	23
3 x 16	23	29	23	23	23	29
3 x 25	29	36	23	29	29	29
3 x 35	36	48	29	29	29	36
3 x 50	48	48	29	36	36	48
3 x 70	48	—	36	48	48	48
3 x 95	—	—	48	48	48	—
4 x 1	13	16	9	11	9	13
4 x 1,5	13	16	9	11	9	13
4 x 2,5	13	16	9	13	11	13
4 x 4	16	23	11	13	13	16
4 x 6	23	23	13	16	16	23
4 x 10	23	29	23	23	23	23
5 x 1	13	16	9	13	11	16
5 x 1,5	13	16	9	13	11	16
5 x 2,5	13	23	11	13	13	16
5 x 4	16	23	13	16	16	23

A. Tubos metálicos rígidos normales con aislamiento interior, tubos metálicos rígidos normales con o sin aislamiento interior y tubos aislantes flexibles normales, todos ellos en montajes empotrados.

B. Tubos flexibles normales, tubos metálicos rígidos normales con aislamiento interior y tubos metálicos flexibles normales con o sin aislamiento interior montados al aire en tramos rectos y tubos metálicos rígidos blindados con aislamiento interior montados al aire o empotrados en tramos rectos.

C. Igual que el caso anterior pero montados en tramos con cambio de dirección.



15 PROCESOS ELECTROQUIMICOS

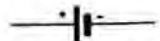
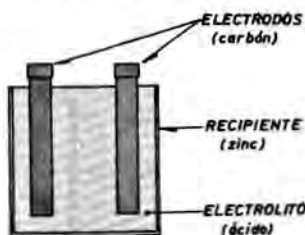
- Pila eléctrica
- Acumulador
- Comprobación de acumuladores
- Funcionamiento de un acumulador
- Utilización de los acumuladores
- Procesos electrolíticos
- Galvanoplastia
- Galvanostegia
- Electrometalurgia
- Purificación de metales
- Equivalente electroquímico
- Clasificación de los conductores respecto a la electricidad
- Funcionamiento de una cuba electroquímica
- Peso del metal depositado durante la electrólisis

PILA ELECTRICA

Generador de corriente que transforma energía química en eléctrica.

Partes de la pila

- Electrodos
- Electrolito
- Recipiente



Símbolo de una pila

ACUMULADOR

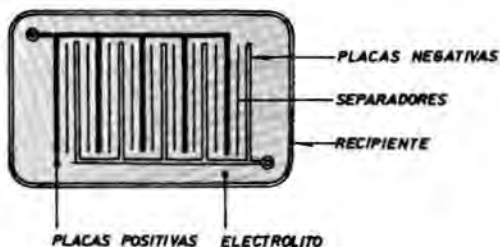
Pila reversible

Una vez descargada, puede ser cargada de nuevo, adquiriendo sus propiedades de tensión e intensidad.

Al acumulador también se le da el nombre común de batería.

Partes principales de un acumulador de plomo:

1. PLACAS POSITIVAS, formadas por plomo duro, (bióxido de plomo, PbO_2)
2. PLACAS NEGATIVAS, formadas por rejillas de aleación de plomo (Pb), que hace celdillas que a su vez están empastadas con una mezcla de óxido de plomo.
3. SEPARADORES, para evitar el contacto entre placas de distinto signo. Disponen de agujeros que garantizan el paso del electrolito y corriente entre placas.
4. ELECTROLITO, formado por tres partes de ácido sulfúrico $SO_4 H_2$ y ocho partes de agua destilada $H_2 O$.
La batería cargada da una densidad aproximada de 1,28.
5. RECIPIENTE, que contiene placas, separadores y electrolito.
6. ACCESORIOS. Terminación del acumulador para hacerlo de fácil transporte y conexión.



COMPROBACION DE ACUMULADORES

Para hacer comprobación de las baterías se utilizan los siguientes aparatos:

- Densímetro. Indicador del estado de la batería. Da la densidad del electrolito.
Batería cargada — 1,28 de densidad
Batería descargada — 1,15 de densidad
- Voltímetro. La tensión se debe medir en carga, por lo que existe para este caso un comprobador llamado "voltímetro shunt", que tiene la particularidad de que la tensión que nos indica el voltímetro corresponde a la que la batería tiene en sus bornes estando con carga.

De medir la tensión en vacío, la medida corresponde a la f.e.m. de la batería.

Acoplamiento de acumuladores

SERIE – Se consigue aumentar la tensión

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + \dots$$

Se mantiene sin variación la intensidad

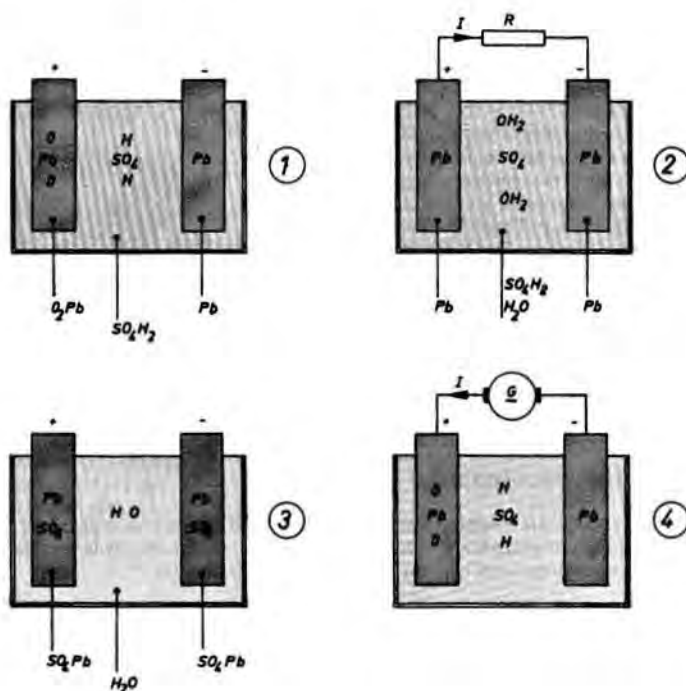
$$I = I_1 = I_2 = I_3 = \dots$$

DERIVACION – Se conserva la tensión y se aumenta la intensidad

$$E = E_1 = E_2 = E_3 = \dots$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

FUNCIONAMIENTO GRAFICO DE UN ACUMULADOR



1. Batería cargada
2. Batería en proceso de descarga
3. Batería descargada
4. Batería en proceso de carga

Por electrólisis se separa el oxígeno del hidrógeno.

El oxígeno se dirige a la placa formando óxido de plomo $O_2 Pb$, mientras que el H abandona el plomo de ambas placas combinándose con SO_4 y formando ácido sulfúrico $SO_4 H_2$.

UTILIZACION DE LOS ACUMULADORES

Se utilizan con preferencia en automación como son: vehículos con motores de explosión, carretillas elevadoras y de transporte, alumbrado de socorro en general, etc.

Averías

1. **ENVEJECIMIENTO.** Con el tiempo y la utilización, las placas llegan a perder sus características con lo que no pueden cumplir su finalidad, reduciéndose sensiblemente la posibilidad de carga y corriente suministrada.
2. **CORTOCIRCUITO.** Unión entre placas debido generalmente a fallo entre separadores.
3. **SULFATACION.** Este fenómeno es debido a las siguientes causas:
 - a. Falta de electrolito durante mucho tiempo.
 - b. El electrolito deberá cubrir las placas hasta la señal que se indica específicamente.
 - c. Mala calidad del electrolito. Porcentajes de agua y ácido sulfúrico inadecuados.

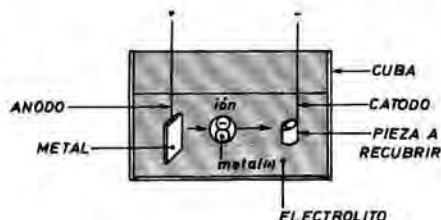
PROCESOS ELECTROLITICOS

1. GALVANOPLASTIA

Proceso mediante el cual se reproducen piezas. Para lograrlo se sustituye el cátodo por molde recubierto con plomagina para hacerlo conductor y establecer contacto con el baño. Los iones cargados con la sustancia metálica se dirigen al cátodo depositando el metal en el molde, hasta llenarlo y formar la pieza deseada.

2. GALVANOSTEGIA

Consiste en el recubrimiento de objetos, de una fina capa de otro metal con diversa finalidad como puede ser el de embellecer la pieza, protegerla contra oxidaciones, etc. En la figura se representa la cuba y el proceso electrolítico que se sigue.



3. ELECTROMETALURGIA

Proceso con el que se obtienen metales con una pureza elevada, como pueden ser cobre, aluminio, plomo, etc.

4. PURIFICACION DE METALES

En electricidad es muy utilizado el cobre para conductores, purificado mediante electrólisis al que se llama cobre electrolítico.

EQUIVALENTE ELECTROQUIMICO

Se entiende por equivalente electroquímico de una sustancia, al peso en miligramos (mg) que de la misma queda depositado durante un proceso de electrólisis, en función de la cantidad de electricidad en coulombios o en amperios si el tiempo considerado es el segundo.

TABLA Nº 1

Equivalentes electroquímicos de los materiales más utilizados

MATERIAL	Equivalente electroquímico en mg	MATERIAL	Equivalente electroquímico en mg
Plata	1,118	Cobre	0,329
Plomo	1,071	Níquel	0,305
Oro	0,681	Hierro	0,290
Estañó	0,635	Sodio	0,238
Cadmio	0,580	Cromo	0,180
Platino	0,504	Magnesio	0,126
Cloro	0,367	Aluminio	0,093
Zinc	0,338	Hidrógeno	0,010

CLASIFICACION DE LOS CONDUCTORES RESPECTO A LA ELECTROLISIS

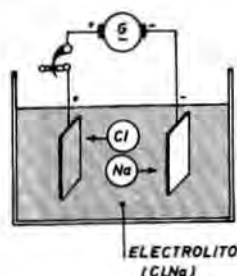
1. Conductores de 1ª clase

Aquellos que al pasar la corriente eléctrica por ellos, no sufren alteración. A este grupo pertenecen los conductores metálicos y el carbón.

2. Conductores de 2ª clase

Aquellos que al pasar la corriente eléctrica por ellos, sufren alteración química en su constitución. A este grupo pertenecen los electrolitos.

FUNCIONAMIENTO DE UNA CUBA ELECTROLITICA



Polo positivo – ANODO
Polo negativo – CATODO

Al pasar la electricidad por el electrolito, se disocia en iones, siendo positivo el de sodio (Na), llamado catión y negativo el de cloro (Cl), llamado anión. El cloro se dirige a la placa + y el sodio a la placa – recubriéndola de este metal.

Esta propiedad de la electricidad, se aprovecha con diferentes fines como lo son los estudiados al principio de este capítulo.

PESO DEL METAL DEPOSITADO DURANTE LA ELECTROLISIS

El peso del metal depositado durante el proceso de electrólisis depende de los siguientes factores:

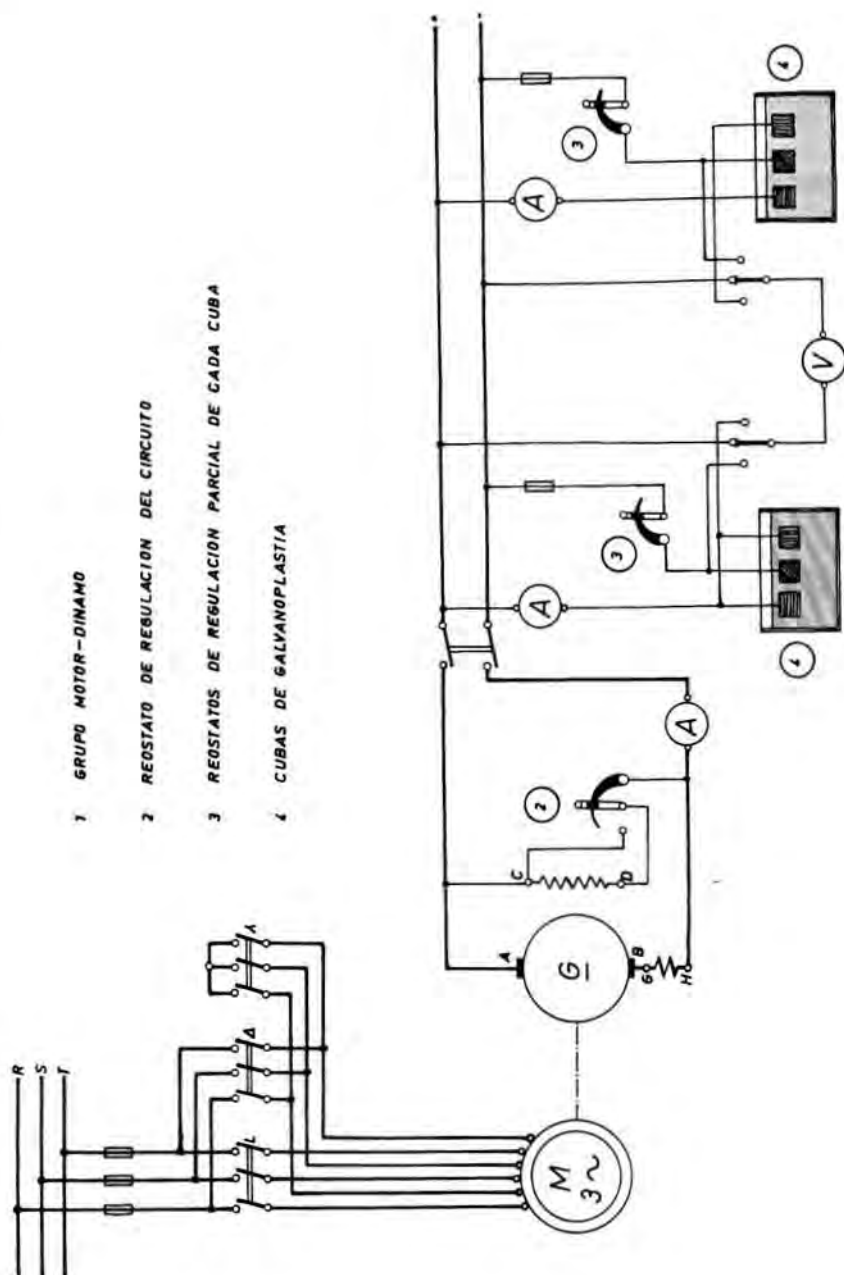
- Material de que se trate (equivalente electroquímico)
- Intensidad de corriente que atraviesa el electrolito
- Tiempo de duración del proceso de electrólisis

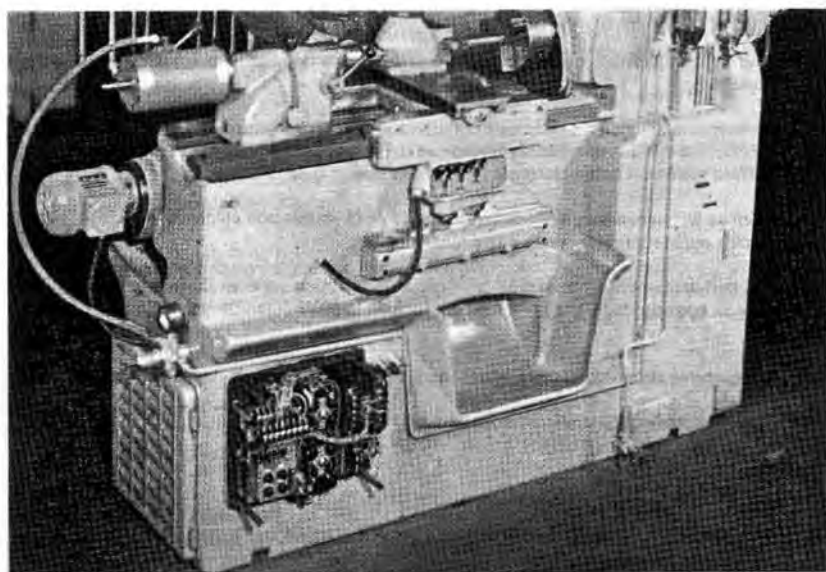
$$P = e \cdot I \cdot t \text{ en mg}$$

e. equivalente electroquímico

I. intensidad en amperios

t. tiempo en segundos





16 MANTENIMIENTO ELECTRICO

- Funciones a realizar por el electricista de mantenimiento
- Recepción de una nueva instalación
- Puesta en servicio de una nueva instalación
- Verificación y recepción de aparatos
- Reparación de averías
- Modificación de esquemas
- Mantenimiento preventivo
- Conocimiento de la instalación
- Instaladores autorizados

MANTENIMIENTO ELECTRICO

El mantenimiento eléctrico se clasifica en: mantenimiento de máquinas rotativas, de transformadores y de aparellaje.

Por lo que respecta al electricista de mantenimiento, es el tercer punto el que le afecta de una forma más directa, aunque no por ello deba descuidar los dos anteriores, ya que para poder cumplir bien su cometido necesita el material y elementos con que trabajar.

Los problemas le pueden surgir en cualquier parte de la instalación eléctrica, e incluso, siendo un factor a tener en cuenta también, en la parte mecánica.

Jamás será suficientemente ponderada la eficacia de un buen servicio de mantenimiento, ya que de él depende la continuidad de la producción e incluso la posibilidad de tener plena capacidad productiva.

El factor tiempo es el punto más importante a considerar en la eficacia de un buen mantenimiento.

El mantenimiento preventivo eficaz, evita paradas, al no darse averías que sin él se darían.

Funciones a realizar por el electricista de mantenimiento

Entre las misiones a realizar por el electricista de mantenimiento, se citan las siguientes:

1. Recepción de una nueva instalación
2. Puesta en servicio inicial de una instalación
3. Verificación y recepción de material
4. Instalación de aparatos
5. Reparación de averías
6. Modificación de esquemas
7. Mantenimiento preventivo
8. Conocimiento de la instalación

1. Recepción de una nueva instalación

Para realizar la recepción de una instalación habrá de tenerse en cuenta una serie de puntos cuya observación resulta altamente positiva para un posterior mantenimiento que resulte cómodo y eficaz, sin pérdida innecesaria de tiempo.

- 1.1 Recoger esquemas con instrucciones
- 1.2 Encuadrar la nueva instalación dentro de la organización general del mantenimiento de taller o fábrica que abarca el mantenimiento.
- 1.3 Preparar fichas de mantenimiento que recojan datos sobre posibles futuros inconvenientes.
- 1.4 Seleccionar e instruir al personal que se ocupará del mantenimiento de la nueva instalación.
- 1.5 Comprobar la capacidad de los instrumentos de medida que se han de adaptar para el control requerido por la instalación.
- 1.6 Adquirir las piezas de recambio indicadas por el suministrador o aconsejadas por la experiencia.

2. Puesta en servicio de la instalación

Terminada la instalación se comprueba un cierto número de conexiones, generalmente el 10 % ; si no se advierte error es de esperar que el resto esté bien; si resultase errónea una conexión habrá que repasar todo el equipo.

Para la puesta en servicio inicial, es necesario ante todo atenerse escrupulosamente a las normas preventivas de accidentes dictadas por los Organismos de Seguridad, teniendo en cuenta los siguientes consejos para la seguridad personal:

- 2.1 No efectuar maniobras en circuitos aún incontrolados.
- 2.2 No manipular en un circuito cuando no hay seguridad plena de que en él o en los próximos no existe tensión.
- 2.3 Para las verificaciones utilizar instrumentos y aparatos aislados en perfecto estado.
- 2.4. No manipular manualmente los relés o contactos bajo tensión. Esto se hará siempre por medio de sus propios órganos de accionamiento.

La puesta en servicio debe hacerse según un programa basado en el estudio de los esquemas y el conocimiento del funcionamiento.



En líneas generales las operaciones son:

- 2.5 Accionar los relés y contactores probándolos a mano para verificar que los movimientos están libres de impedimento y la presión de los contactos es adecuada.
- 2.6 Comprobar que las regulaciones de los relés de protección y los fusibles corresponden a los motores protegidos.
- 2.7 Comprobar que las secciones de los cables de la instalación corresponden exactamente a las normalizadas para las potencias de los motores accionados por el equipo.
- 2.8 Verificar que el paso de conductores de entrada y salida, así como su conexión a bornes, sea correcta.
- 2.9 Comprobar que las chimeneas apagachispas están en posición de trabajo, antes de la puesta en marcha.
- 2.10 Verificar el estado general de acabado de la instalación.

3. Verificación y recepción de material

En el momento de recepción conviene asegurarse de que los golpes del transporte no han producido deterioro en el material (tornillos sueltos, relés disparados, etc).

Este control debe asegurar además, que el aparellaje:

- 3.1 Es exactamente el que se había pedido.
- 3.2 Está completo en todas sus partes.
- 3.3 Lleva los esquemas e instrucciones de servicio indispensables para la puesta a punto.
- 3.4 Para los contactores suministrados sin caja:
 - a. Verificar que la parte móvil no ha sido torcida o desplazada.
 - b. Sacar cualquier cuerpo extraño que pudiera haberse introducido en el entrehierro del circuito magnético o entre los contactos.
- 3.5 Para el material montado en cajas o armarios comprobar:
Que la caja o armario esté en consonancia con el ambiente en donde debe ser instalado.
- 3.6 Por lo que respecta a las bobinas, es necesario advertir que:
 - a. La tensión y frecuencia sean las correctas. En el caso de corriente continua, comprobar la tensión.
 - b. En el caso de que las bobinas se hayan humedecido, se deben secar en una estufa entre 110 y 120°C, incluso si al limpiarlas se han bañado en disolvente, prestando atención a la inflamabilidad del disolvente empleado. Debe tenerse en cuenta que la corriente continua produce fenómenos de electrólisis que en corto plazo, llegan a destruir el aislamiento.
 - c. Se comprobará la perfecta sujeción de la bobina, pues las vibraciones a que pueda quedar sometida, en especial si se trata de bobinas en corriente alterna, son desfavorables. Si el aparato debe limpiarse de polvo o suciedad puede utilizarse un cepillo de cerdas blandas.

Para eliminar grasa y otras suciedades procedentes de salpicaduras, se emplean disolventes, cuidando de no empapar la pieza, y si se trata de bobinas, el barniz de impregnación no debe ser alterado por el disolvente utilizado.



4. Introducción de aparatos

Como consecuencia de introducir más posibilidades a la maniobra, sustitución de material y otras modificaciones a realizar sobre el esquema, el electricista de mantenimiento hará misiones de montador. En estos casos observará las normas y recomendaciones que se relacionan a continuación.

El aparellaje se dispondrá en lugar accesible desde cualquier parte para su control o reparación.

Debe montarse en lugar exento de trepidaciones (ya que éstas pueden ser el origen de averías), conservando la posición vertical.

Al proceder al conexionado hay que atenerse a los esquemas que se adjuntan, prestando especial cuidado en no dejar conexiones flojas.

El conexionado externo es aconsejable realizarlo con cable flexible, cuya tensión de prueba sea como mínimo de 2.500 V. El aislamiento universalmente empleado para los cables de potencia es el bupreno o sustancia análoga y para los cables de mando, aislamiento de cloruro de polivinilo, de sección mínima de 1,6 mm². Los aislamientos de goma no son aconsejables en según qué circunstancias, por que el aceite y en general el ambiente industrial los perjudican.

Debe comprobarse que los prensaestopas (en caso de existir), con sus juntas de estanqueidad correspondientes, sean los apropiados a los diámetros exteriores de los cables.

La cubierta de plomo de los conductores debe pasarse por la arandela de caucho del prensaestopas; al apretarle el cable queda inmovilizado. De esta forma los esfuerzos de tracción son absorbidos por el prensaestopas y no por los bornes de la conexión. En el caso de botellas terminales, se procede en forma idéntica con los collarines de fijación, situados en la parte inferior de las botellas.

5. Localización y reparación de averías

Dada la complejidad de equipos que pueden obtenerse mediante la agrupación de un cierto número de elementos principales, es imposible indicar un proceso que abarque a todos los esquemas. No obstante, a continuación se exponen las averías que pueden presentarse en el funcionamiento de contactores y relés. Estas averías pueden ser muy diversas y su identificación puede resultar difícil; corresponde al técnico encargado del mantenimiento efectuar pruebas sistemáticas procediendo por eliminación. Le será más sencillo individualizar el defecto.



En equipos complejos habrá de procederse a un examen del esquema; a continuación se dividirá éste en esquemas elementales correspondientes a funciones perfectamente delimitadas del equipo para proceder a investigar metódicamente sobre cada uno de los esquemas parciales.

En todos los aparatos serán necesarias unas comprobaciones previas, antes de pasar al examen detallado, cuales son:

- 5.1 Comprobar la existencia de tensión en los bornes de entrada.
- 5.2 Si el aparato va previsto de seccionador: ¿está cerrado el mismo y su contacto auxiliar?
- 5.3 Revisar los fusibles del circuito de mando.
- 5.4 ¿Están rearmados los relés de protección?

Hechas estas comprobaciones preliminares, se procederá al examen detallado del material.

INSTALADORES AUTORIZADOS

Obtención del título de instalador autorizado

Según el Reglamento Electrotécnico de BAJA TENSION, los requisitos necesarios para la obtención del permiso o título de Instalador Autorizado son los que se indican a continuación:

- a. Estar en posesión, como mínimo, de un título o certificado de estudios de Oficialía Industrial o equivalente en la especialidad de instalador-montador-electricista.
- b. Superar un examen sobre aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ante la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria.
- c. Acreditar ante la citada Delegación el disponer de medios técnicos suficientes para realizar las instalaciones.

Los titulados con atribuciones específicas concedidas por el Estado podrán obtener el título de Instalador Autorizado sin tener que cumplir el requisito b., anteriormente señalado.

Los actuales instaladores autorizados seguirán siéndolo después de la entrada en vigor del presente Reglamento, siempre que no se les retire la autorización por sanción u otras causas.

Las Delegaciones Provinciales del Ministerio de Industria podrán conceder el título de Instalador Autorizado a los instaladores que actualmente ejerzan esta profesión sin el hasta ahora vigente Carnet de Instalador Autorizado y sin cumplir el requisito señalado en el apartado a., siempre que se cumplan los requisitos señalados en el apartado b. y c. Esta especial condición tendrá vigencia hasta un año después de la fecha de publicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en el "Boletín Oficial del Estado".

Para la concesión a entidades del título de Instalador Autorizado, deberán éstas contar como mínimo con tres personas en posesión del título de Instalador Autorizado o estar dirigidas, en su aspecto técnico, por titulados con atribuciones específicas concedidas por el Estado.

Los instaladores autorizados, tanto por lo que se refiere a personas como a Entidades, estarán inscritos en un libro registro que llevará la Delegación de Industria, que les expedirá el correspondiente título y que les autoriza a dirigir y realizar las instalaciones que el presente Reglamento determina. Este título tendrá un año de validez y deberá renovarse antes de la fecha de su caducidad en la Delegación Provincial del Ministerio de Industria donde ejerza su actividad el Instalador Autorizado.

Si un Instalador Autorizado por una Delegación Provincial del Ministerio de Industria precisa realizar algún montaje en el ámbito jurisdiccional de otra Delegación, deberá previamente registrar su título en esta última.

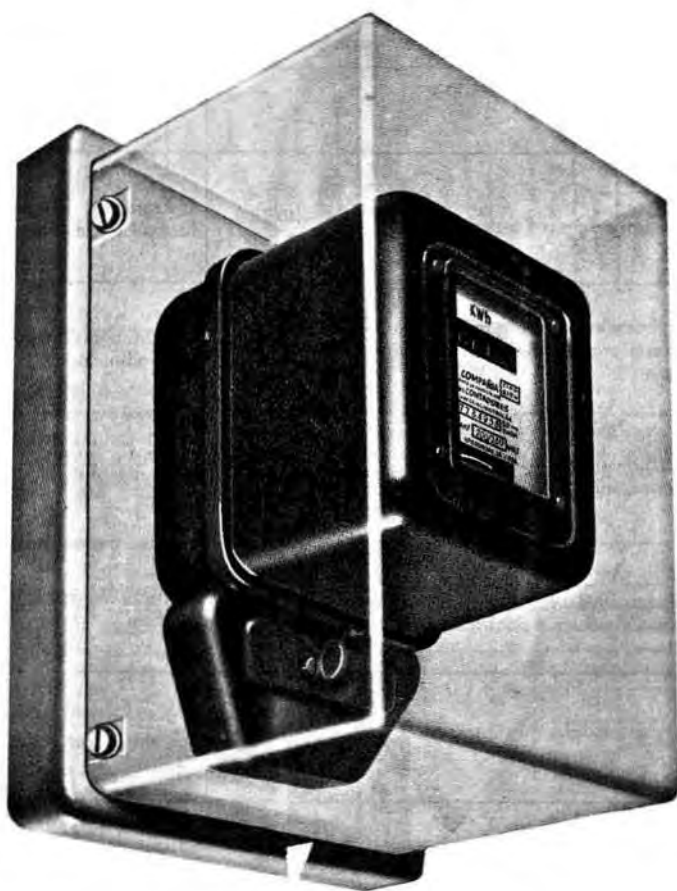
Instalaciones que pueden dirigir los Instaladores Autorizados sin título facultativo

Pueden ser realizadas, bajo la dirección de un Instalador Autorizado, las siguientes instalaciones:

- a. Las pequeñas ampliaciones o modificaciones de una instalación en servicio que no afecten sustancialmente a su disposición general, así como las reparaciones de las mismas por envejecimiento del material o averías.
- b. Las de viviendas, cualquiera que sea su grado de electrificación.
- c. Las de edificios destinados principalmente a viviendas, a locales comerciales o de oficinas, cuando la potencia prevista para estos edificios no sea superior a 50 kilovatios.
- d. Las fábricas y talleres que no precisen autorización administrativa previa, cuando la potencia no sea superior a 20 KW.
- e. Las destinadas a locales de reunión, cuando la potencia instalada en estos no sea superior a 10 KW.
- f. Las de locales húmedos, mojados, polvorientos o con riesgo de corrosión, cuando la potencia instalada no sea superior a 10 KW.
- g. Las de carácter temporal en locales o emplazamientos abiertos, hasta una potencia instalada de 10 KW o de 50 KW cuando se trate de instalaciones para obras.
- h. Las redes de distribución privadas, alimentadas desde Centros de Transformación o centrales generadoras, con potencia no superior a 50 KW.
- i. Las redes de alumbrado público con potencia inferior a 20 KW.

Las tensiones con relación a tierra no tendrán en las instalaciones indicadas anteriormente valores superiores a 250 V.

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del que se han tomado los requisitos necesarios para la obtención del título de Instalador Electricista, es de fecha 19 de diciembre de 1977.

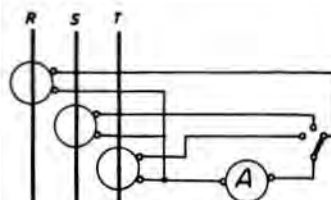
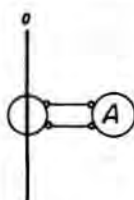
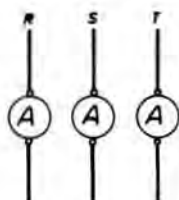


17 APARATOS DE MEDIDA

- Simbolización utilizada en aparatos de medida
- Amperímetros
- Voltímetros
- Vatímetros
- Contadores de energía
- Otros aparatos de medida

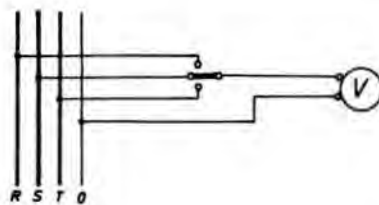
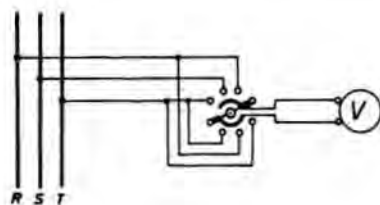
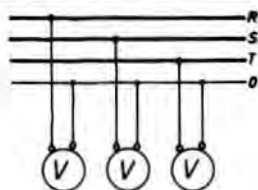
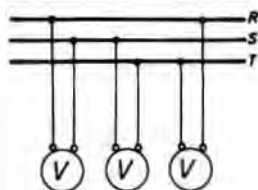
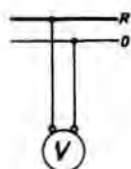
17-1	SIMBOLOS		
	Tensión ensayo, igual a 500 V		Instrumento electrónico sin hierro
	Tensión de ensayo superior a 500 V		Instrumento electrodinámico con hierro (ferrodinámico)
	Símbolo indicando que el aparato no está previsto para ensayo dieléctrico.		Instrumento de bobinas cruzadas electrodinámico
	Instrumento para utilizarlo estando el cuadrante en posición vertical		Instrumento de inducción
	Instrumento para utilizarlo estando el cuadrante en posición horizontal		Instrumento cocientímetro de inducción
	Instrumento para utilizarlo estando su cuadrante en posición inclinada		Instrumento térmico de dilatación
	Instrumento de bobina móvil e imán permanente (magnetoeléctrico)		Instrumento magnetoeléctrico con termopar aislado incorporado al instrumento
	Instrumento de dos bobinas móviles e imán permanente (Magnetoeléctrico diferencial)		Instrumento magnetoeléctrico con rectificador incorporado
	Instrumento de hierro móvil, con bobina e imán fijos		Transformador de intensidad
	Instrumento de hierro móvil y bobina F. (Ferromagnético o de hierro móvil)		Instrumento magnetoeléctrico con rectificador y transformador de intensidad incorporados
	Cocientímetro ferromagnético		Corriente continua Corriente alterna Corriente continua y alterna

AMPERIMETROS

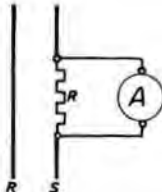
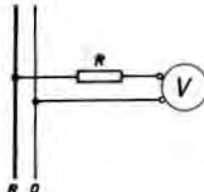
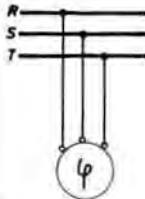
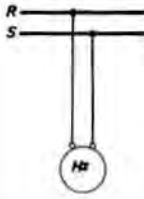
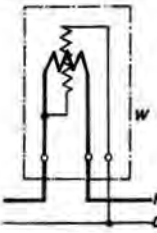
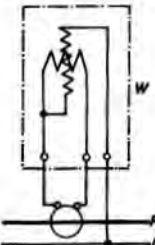
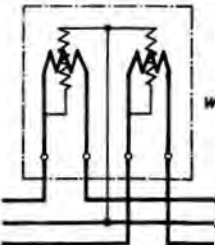
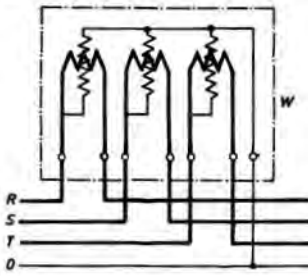


1. Símbolo general. A conectar siempre en serie.
2. Medición de las tres fases en sistema desequilibrado.
En sistema equilibrado es suficiente con un sólo amperímetro dispuesto en una de las fases.
3. Para grandes intensidades la medida de la intensidad se hace a través de transformador de intensidad.
4. Medición de la intensidad en un sistema desequilibrado, en redes de gran intensidad.

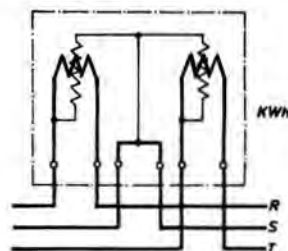
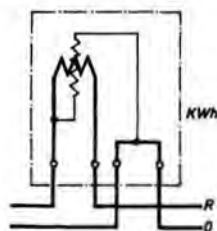
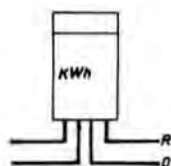
VOLTÍMETROS



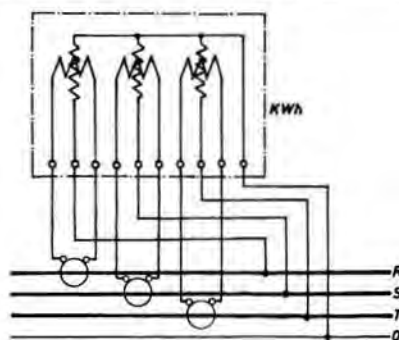
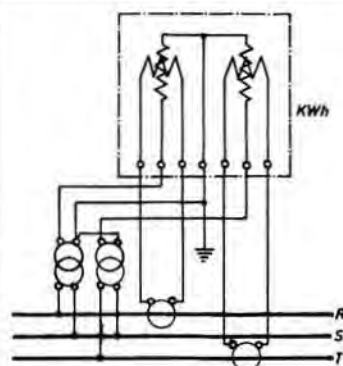
1. Símbolo general. A conectar siempre en derivación.
2. Medición de la tensión de las tres fases, suponiendo el sistema desequilibrado.
3. Medición entre fases y neutro.
4. Medición de tensiones elevadas a través de transformador de tensión
5. Conmutador de voltímetro para la medición de las tres fases con un solo voltímetro.
6. Conmutador de voltímetro para medir entre fases y neutro.

17-3	APARATOS DE MEDIDA			
				
1. Medición de la intensidad a través de un shunt. (Para c.c. y c.a.) 2. Medición de la tensión mediante voltímetro de menor escala, con resistencia en serie. 3. Conexión de fasímetro. 4. Conexión de frecuencímetro.				
VATÍMETROS				
				
1. Vatímetro (símbolo general). 2. Vatímetro conectado directamente a red monofásica. 3. Vatímetro conectado mediante transformador a red monofásica. 4. Vatímetro conectado a red trifásica desequilibrada.				
VATÍMETRO	VARIOS			
	1 	2 	3  4 	
1. Vatímetro conectado a red trifásica con neutro. 2. Sincronoscopio. 3. Símbolo de instrumentos indicadores. 4. Símbolo general de instrumentos registradores. 5. Símbolo general de contadores de registro.				

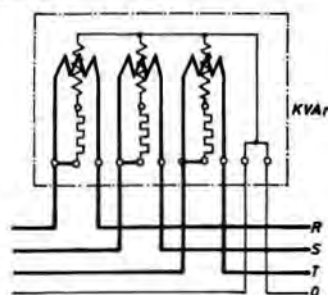
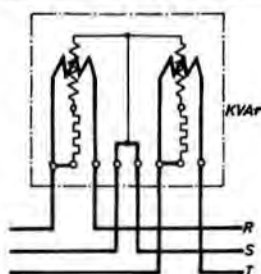
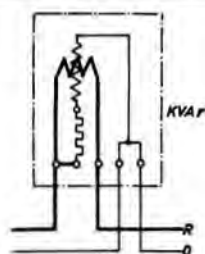
CONTADORES DE ENERGIA



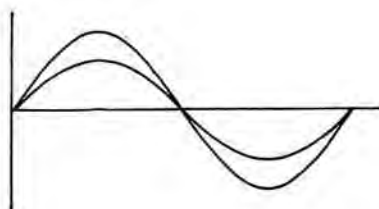
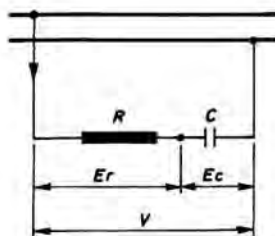
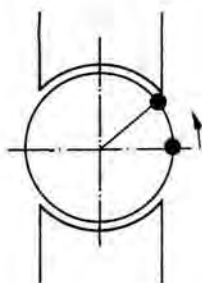
1. Contador de activa, (símbolo general).
2. Contador monofásico de activa.
3. Contador trifásico de activa



1. Contador trifásico dispuesto para la medición en circuito de alta tensión.
2. Contador para tres fases y neutro con transformador de intensidad.



1. Contador monofásico de energía reactiva.
2. Contador trifásico de energía reactiva.
3. Contador para tres fases y neutro de energía reactiva.



$$P = \frac{\sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi}{736} \text{ en CV}$$

18 FISICA ELECTRICA

- Definición de unidades eléctricas
- Fórmulas fundamentales de electricidad
- Magnetismo
- Fórmulas fundamentales en corriente alterna
- Circuitos de corriente alterna
- Transformación de impedancias

DEFINICION DE ALGUNAS UNIDADES ELECTRICAS

Ohmio (Ω)

Unidad de resistencia.

Equivale a la resistencia que ofrece al paso de la corriente eléctrica, una columna de mercurio de 1,036 metros de longitud y 1 mm² de sección a 0°C de temperatura.

Unidades derivadas: Megohmio ($10^6 \Omega$), microohmio ($10^{-6} \Omega$).

Amperio (A)

Unidad de corriente eléctrica.

Equivale a la intensidad uniforme que deposita 1,118 mg de plata por segundo al pasar por una disolución de nitrato de plata.

Unidades derivadas: miliamperio (10^{-3} A), microamperio (10^{-6} A).

Voltio (V)

Unidad de fuerza electromotriz (f.e.m.)

Equivale a la f.e.m. que aplicada a un conductor de 1 Ω de resistencia permite circular una corriente de un amperio.

Unidades derivadas: Kilovoltio (10^3 V), milivoltio (10^{-3} V), microvoltio (10^{-6} V)

Julio (J)

Unidad de energía eléctrica.

Equivale a la energía gastada en un segundo, en un conductor de 1 Ω , por una corriente de 1 A.

Unidades derivadas: Como unidad práctica se utiliza el kilovatio-hora (KWh). 1 KWh = 3.600.000 julios.

Vatio (W)

Unidad de potencia eléctrica.

Equivale a la potencia de un Julio por segundo.

Unidades derivadas: kilovatio (1 KW = 10^3 W), megavatio (1 MW = 10^6 W)

Culombio (Q)

Unidad de cantidad de electricidad.

Equivale a la cantidad de electricidad que transporta una corriente de 1 A durante un segundo,

Faradio (f)

Unidad de capacidad.

Equivale a la capacidad de un condensador que cargado de 1 culombio, acusa entre sus armaduras una diferencia de potencial de 1 V.

Unidades derivadas: microfaradio (10^{-6} f), picofaradio (10^{-12} f), centímetro (0,9 pF).

Henrio

Unidad de inducción magnética.

Equivale a la inducción de un circuito en el cual la f.e.m. inducida tiene el valor de un voltio, mientras la corriente inductora varía a razón de 1 A por segundo.

Unidades derivadas: milihenrio (10^{-3} h), microhenrio (10^{-6} h)

Periodo (c/s)

Unidad de Frecuencia.

Se utiliza como unidad el ciclo por segundo (c/s), periodo por segundo (p/s) y el herzio (Hz).

Unidades derivadas: Kilociclo (10^3 c/s), megaciclo (10^6 c/s)

Fuerza magnetomotriz (ϵ)

Es la causa por la que las líneas de fuerza se ponen en movimiento en un circuito magnético.

$$\epsilon = 1,25 \text{ N} \cdot \text{I en GILBERT}$$

Intensidad de campo (H)

Líneas de fuerza por cm^2 producidas por una bobina, medidas en el aire.

$$H = 1,25 \text{ N} \cdot I/L$$

Inducción magnética (β)

Número de líneas de fuerza que pasan por cm^2 en la substancia magnética.

$$\beta = 1,25 \text{ N} \cdot I \cdot \mu/L \text{ en OESTERD}$$

Permeabilidad magnética (μ)

Relación de incremento experimentado por las líneas de fuerza al pasar del aire a la substancia magnética.

$$\mu = \beta/H$$

Flujo magnético (ϕ)

Cantidad total de líneas de fuerza existentes en un circuito magnético.

$$\phi = \beta \cdot S = 1,25 \text{ N} \cdot I \cdot \mu \cdot S/L$$

Resistencia pura (R)

Conductor que sólo tiene la resistencia propia de la materia con que está constituido el conductor.

Inductancia

Es la propiedad de un conductor de hacer oposición a cualquier variación de la corriente. También se define como la propiedad de un circuito de desarrollar una fuerza contra electromotriz (f.c.e.m.), cuando circula por él una corriente variable.

Resistencia inductiva-Reactancia (X)

Resistencia en corriente alterna debido a la autoinducción, pudiendo ser:

a. de autoinducción (L)

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot F \cdot L \text{ en } \Omega$$

b. de capacidad (C)

$$X_C = 1/2 \cdot \pi \cdot F \cdot C \text{ en } \Omega$$

Impedancia (Z)

Corresponde a la resistencia real de un circuito de corriente alterna.

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} \quad \text{en } \Omega$$

Factor de potencia ($\cos \varphi$)

Corresponde al coseno del ángulo de desfase φ entre la tensión y la corriente.

$$\cos \varphi = R/Z$$

Angulo de desfase

Corresponde al desfase entre la tensión y la intensidad, dado en grados.

Ley de Ohm

Esta ley dice: La intensidad de corriente que circula por un conductor está en razón directa de la tensión e inversa de la resistencia.

a. en c.c.

$$I = U/R$$

b. en c.a.

$$I = U/Z$$

Ley de Hopkinson

Esta ley dice: El flujo en un circuito magnético es directamente proporcional a la fuerza magnetomotriz (f.m.m.) e inversa a la resistencia.

$$\phi = \epsilon/R$$

Ley de Faraday

Esta ley dice: En todo conductor que corta o es cortado por una cierta cantidad de líneas de fuerza magnética, se induce una fuerza electromotriz.

Ley de Lenz

Esta ley dice: Una fuerza electromotriz producida por la inducción tiende a establecer una corriente cuyo campo se opone al campo primitivo que lo produjo.

Valor eficaz

Los valores de tensión e intensidad utilizados en c.a. son siempre valores eficaces.

$$V = V_0/\sqrt{2}$$

Corrientes parásitas de Foucault

En circuitos magnéticos de c.a., al ser atravesados por un flujo variable se induce en ellos una f.e.m. que al estar su intensidad en cortocircuito, es motivo de calentamiento en el circuito magnético. Es por ello, que los circuitos magnéticos para c.a. están formados por chapas magnéticas aisladas entre sí, de esta forma se consigue el que las f.e.m. inducidas sean pequeñas y los calentamientos menores.

Valores a considerar en el triángulo de resistencias

R – resistencia óhmica (Ω); Lectura ohmímetro o cálculo.

X – resistencia reactiva (reactancia) (Ω); $X = 2 \cdot \pi \cdot F \cdot L$

Z – impedancia (Ω); $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$

Valores a considerar en el triángulo de potencias

P – potencia activa (W); vatímetro de activa

Px – potencia reactiva (VAr); vatímetro de reactiva

Pz – potencia aparente (VA); no se puede medir, hallar por cálculo

Valores a considerar en el triángulo de energías

E – energía activa (KWh); contador de activa

Ex – energía reactiva (KVArh); contador de reactiva

Ez – energía aparente (KVAh); no se puede medir, hallar por cálculo

Determinación del factor de potencia de una red

$$\text{tg} = \frac{\text{Contador de reactiva}}{\text{Contador de activa}} = \frac{\text{KVArh}}{\text{KWh}}$$

En tablas se hallará para tg φ , $\varphi = \alpha^\circ$

Para α° le corresponde un cos φ . Este valor es el factor de potencia.

Observación: El consumo de energía activa y reactiva, debe ser considerado durante el mismo periodo de tiempo para las dos medidas.

FISICA ELECTRICA

Cantidad de electricidad (Q)

$$Q = I \cdot t \text{ en CULOMBIOS}$$

I – en Amperios
t – en segundos

Ley de Ohm

– Intensidad $I = \frac{U}{R} \text{ en AMPERIOS (A)}$

– Tensión $V = R \cdot I \text{ en VOLTIOS (V)}$

– Resistencia $R = \frac{U}{I} \text{ en OHMIOS } (\Omega)$

Conductancia eléctrica (G)

$$G = \frac{1}{R} \text{ en SIEMENS}$$

Resistencia de un conductor

$$R = \rho \frac{L}{S} \text{ en OHMIOS}$$

ρ – coeficiente de resistividad en $\Omega \text{ m/mm}^2$
L – longitud de la línea en metros
S – sección del conductor en mm^2

TABLA N° 1

Valores de los coeficientes de resistividad (ρ) y de temperatura (α), de los conductores más empleados

CONDUCTOR	Coef. ρ	Coef. α	CONDUCTOR	Coef. ρ	Coef. α
Aluminio (Al)	0,028	0,0037	Niquelina (Cu-Ni-Zn)	0,44	0,0002
Cobre (Cu)	0,0172	0,0039	Manganina (Cu-Mn-Ni)	0,46	0,0000
Hierro (Fe)	0,120	0,0047	Nichrome (Ni-Fe-Cr-Mn)	0,12	0,0002
Plata (Ag)	0,016	0,0037	Constantan (Cu-Ni)	0,50	0,0000
Platino (Pt)	0,109		Maillechort (Cu-Zn-Ni)	0,40	0,0036
Estaño (Sn)	0,130				

Aumento de la resistencia con la temperatura

$$R_T = R_{20} [1 + \alpha (t - 20)]$$

R_T – resistencia a la temperatura t

R_{20} – resistencia a la temperatura de ambiente 20°C

t – temperatura final

α – incremento de resistencia con la temperatura

AGRUPAMIENTO DE RESISTENCIAS EN SERIE

- Una sola intensidad, común para todas
- Tantas tensiones como resistencias

Resistencia total

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

Tensiones parciales

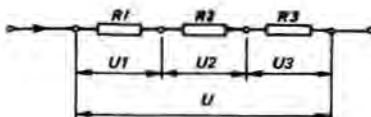
$$U_1 = R_1 \cdot I; U_2 = R_2 \cdot I; U_3 = R_3 \cdot I$$

Intensidad

$$I = \frac{U}{R_T}$$

Tensión total

$$U = R_T \cdot I; U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$$



Resistencias agrupadas en derivación

- Una sola tensión, común para todas
- Tantas intensidades como resistencias

Resistencia de conjunto

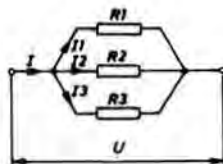
$$R_c = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

Intensidades parciales

$$I_1 = \frac{U}{R_1}; I_2 = \frac{U}{R_2}; I_3 = \frac{U}{R_3}$$

Intensidad total

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots; I = \frac{U}{R_T}$$



Dos resistencias en paralelo

$$R_p = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Resistencias en paralelo todas de igual valor

$$R_T = \frac{R}{n^o}$$

R – valor de una de las resistencias
nº – número de resistencias agrupadas en paralelo

Potencia eléctrica (P)

$$\left. \begin{aligned} P &= U \cdot I \\ P &= R \cdot I^2 \\ P &= \frac{U^2}{R} \end{aligned} \right\} \text{ en vatios (W)}$$

Equivalencias

1 CV = 736 W (caballo de vapor)
1 HP = 746 W (caballo de vapor inglés)
1 CV = 75 kgm/s
1 HP = 76 kgm/s
1 KW = 1000 W
1 KW = 1,36 CV

Clases de potencia

$P_a = P_u + P_p$ P_a – potencia total o absorbida
 $P_u = P_a - P_p$ P_u – potencia útil
 $P_p = P_a - P_u$ P_p – potencia perdida

Rendimiento (η)

$$\eta = \frac{P_u \cdot 100}{P_a} \text{ en } \%$$

Energía (E)

$$E = P \cdot t \text{ en JULIOS}$$

P – potencia en W
t – tiempo en segundos

Otras fórmulas de energía

$$\left. \begin{aligned} E &= U \cdot I \cdot t \\ E &= R \cdot I^2 \cdot t \\ E &= \frac{U^2}{R} \cdot t \end{aligned} \right\} \text{ en Julios}$$

Unidad práctica de energía

El kilovatio hora (KWh)
1 KWh = 1000 W consumidos durante una hora

Cantidad de calor (Efecto Joule) (Q)

CALORIA es la cantidad de calor necesaria para elevar una grado centígrado, la masa de un gramo de agua.

$$Q = m \cdot t \text{ en CALORIAS}$$

m – masa de líquido
t – temperatura

$$1 \text{ Julio} = 0,24 \text{ calorías}$$

$$Q = 0,24 \cdot P \cdot t$$

P – potencia en vatios
t – tiempo en segundos

$$Q = 0,24 \cdot U \cdot I \cdot t$$

$$Q = 0,24 \cdot R \cdot I^2 \cdot t$$

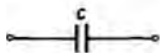
$$Q = 0,24 \cdot \frac{U^2}{R} \cdot t$$

Capacidad (C)

$$C = \frac{Q}{V} \text{ en FARADIOS; } 1 \text{ Faradio} = \frac{1 \text{ Culombio}}{1 \text{ voltio}}$$

Unidades empleadas:

f faradio
mf microfaradio
mmf picofaradio (pf)
cm centímetro (equivale a 0,9 pf)

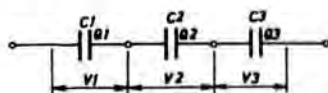


Agrupamiento de condensadores en serie

Cantidad de electricidad almacenada

$$Q = Q1 = Q2 = Q3 = \dots$$

Capacidad total de agrupamiento



$$C = \frac{1}{\frac{1}{C1} + \frac{1}{C2} + \frac{1}{C3}}$$

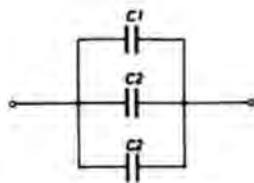
Agrupamiento de condensadores en paralelo

Cantidad de electricidad almacenada

$$Q = Q1 + Q2 + Q3 + \dots$$

Capacidad total del agrupamiento

$$C = C1 + C2 + C3 + \dots$$



Valor de la capacidad de un condensador

$$C = \frac{8,84}{10^9} K \frac{S}{d} \text{ en mf}$$

K – constante dieléctrica

S – sección en cm²

d – distancia en cm

Rigidez dieléctrica (Hp)

$$Hp = \frac{Up}{d}$$

Up – tensión de perforación
d – distancia de cm

Coefficiente de seguridad (Ks)

$$Ks = \frac{Up}{d}$$

U – tensión de servicio

TABLA N° 2

Rigidez dieléctrica de los aislantes más usuales

MATERIAL	K	MATERIAL	K
Papel	40/100	Caucho vulcanizado	150/250
Prespan	100/400	Caucho puro	330
Mica	600/700	Amianto	42
Madera	30/60	Cloruro de polivinilo	100/200
Micanita	200/400	Nylon	160
Vidrio	60/120	Aceite para transform.	140
Porcelana	200/300	Papel encerado	540
Baquelita	230	Fibra vulcanizada	130
Ebonita	230	Aire	100
Parafina	120		

Acoplamiento de pilas (Generadores)

En serie

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + \dots; E = E_1 \cdot n^\circ$$

E f.e.m. del generador o generadores

n° número de generadores agrupados en serie. En esta fórmula todos los generadores son de igual f.e.m.

Suponiendo a todos los generadores con iguales características,

$$r = r_1 \cdot n^\circ; \quad R = r + r_{ex}; \quad I = \frac{E}{R}$$

$$u_c = r \cdot I; \quad U_b = E - u_c$$

r resistencia interna total de los generadores

R resistencia total del circuito

R_{ex} resistencia exterior del circuito

u_c caída de tensión interna

U_b tensión en borne de la R_{ex}

Oposición en serie

$$E = E_1 - E_2 + E_3 + \dots$$

$$r = r_1 \cdot n^\circ; \quad R = r + R_{ex}; \quad I = \frac{E}{R}$$

$$u_c = r \cdot I; \quad U_b = E - u_c$$

En paralelo

Condiciones de acoplamiento

Todos los generadores tendrán igual f.e.m. y resistencia interior.

$$E = E_1 = E_2 = E_3 = \dots$$

$$r = \frac{r_1}{n^\circ}; \quad R = r + R_{ex}; \quad I = \frac{E}{R}$$

Leyes de Kirchhoff

1ª Ley de Kirchhoff

La suma de intensidades que llegan a un nudo de conductores, es igual a la suma de intensidades que se alejan de él.

$$I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5$$

2ª Ley de Kirchhoff

En circuito cerrado o de mallas de corriente, la diferencia del conjunto de f.e.m.s. horarias y el de las antihorarias es exactamente igual a la diferencia de las caídas de tensión horarias y antihorarias.

	RAMA	VALOR	SENTIDO
	A-B	$r_1 \cdot I_1 = (U_A - U_B)$	positivo
	B-C	$r_2 \cdot I_2 = (U_B - U_C) + E_1$	positivo
	C-D	$r_3 \cdot I_3 = (U_C - U_D) - E_2$	positivo
	A-D	$r_4 \cdot I_4 = (U_A - U_D) + E_3 - E_4$	negativo

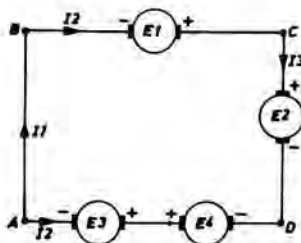
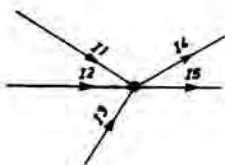
Sumando los valores obtenidos de acuerdo con un sentido se tiene:

$$r_1 \cdot I_1 + r_2 \cdot I_2 + r_3 \cdot I_3 - r_4 \cdot I_4 = (U_A - U_B) + [(U_B - U_C) + E_1] + [(U_C - U_D) - E_2] - [(U_A - U_D) + E_3 + E_4]$$

$$r_1 \cdot I_1 + r_2 \cdot I_2 + r_3 \cdot I_3 - r_4 \cdot I_4 = U_A - U_B + U_B - U_C + E_1 + U_C - U_D - E_2 - U_A + U_D - E_3 + E_4$$

Al simplificar la igualdad queda:

$$E_1 - E_2 - E_3 + E_4 = r_1 \cdot I_1 + r_2 \cdot I_2 + r_3 \cdot I_3 - r_4 \cdot I_4$$



MAGNETISMO

Fuerza magnetomotriz (ϵ)

$$\epsilon = 1,25 \text{ N} \cdot \text{I en GILBERT}$$

N – número de espiras de la bobina
I – intensidad en amperios

Intensidad de campo (H)

$$H = \frac{1,25 \text{ N} \cdot \text{I}}{L} \text{ en OERSTED (Oe)} \quad L - \text{longitud de campo en cm}$$

Amperios-vuelta (θ)

$$\theta = 0,8 \epsilon$$

Inducción magnética (β)

$$\beta = \frac{1,25 \cdot N \cdot I \cdot \mu}{L}$$

$$\beta = H \cdot \mu \text{ en GAUSS (Gs)}$$

Flujo magnético (ϕ)

$$\phi = \frac{1,25 \cdot N \cdot I \cdot \mu \cdot S}{L}$$

$$\phi = \beta \cdot S \text{ en MAXWELL (Mx)}$$

S sección del circuito magnético en cm^2
 1 Weber 10^8 Maxwell

Permeabilidad (μ)

$$\mu = \frac{\beta}{H}$$

Reluctancia (R)

$$R = \frac{L}{\mu \cdot S}$$

Ley de Hopkinson

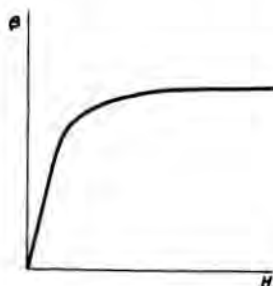
Esta ley dice que el flujo magnético en un circuito magnético es directamente proporcional a la fuerza magnetomotriz (ϵ), e inversa a la reluctancia o resistencia magnética del circuito.

$$\phi = \frac{1,25 \cdot N \cdot I \cdot S \mu}{L} = \frac{1,25 \cdot N \cdot I}{\frac{L}{\mu \cdot S}} = \frac{\epsilon}{R}$$

TABLA N° 3

Variación de la inducción (β) para una intensidad de campo (H) en núcleo de acero fundido y curva de permeabilidad.

Intensidad H	Permeabilidad μ	Inducción β	Intensidad H	Permeabilidad μ	Inducción β
0,9	1150	1000	6,25	1700	11000
1,1	1820	2000	7,7	1560	12000
1,25	2400	3000	10,5	1240	13000
1,5	2670	4000	15	936	14000
1,75	2860	5000	25	600	15000
2,1	2850	6000	44	365	16000
2,75	2540	7000	81	210	17000
3,4	2350	8000	124	145	18000
4	2250	9000	200	95	19000
5	2000	10000	312	64	20000



Fuerza de atracción de un electroimán (F)

$$F = \frac{\beta \cdot S}{8 \cdot \pi \cdot 981000} \text{ en Kg}$$

$$8 \cdot \pi \cdot 981000 = 24.655.217$$

En la práctica se toma 5000², quedando la fórmula como sigue:

$$F = \left(\frac{\beta}{5000} \right)^2 \cdot S \text{ en Kg}$$

Valor de la f.e.m. inducida en una bobina

Cuando el campo es uniforme

$$e_b = \frac{N \cdot \phi}{10^8 \cdot t} \text{ en voltios}$$

t tiempo en segundos

Cuando hay variación de flujo

$$e_b = \frac{N (\phi_1 - \phi_2)}{10^8 \cdot t} \text{ en voltios}$$

Coefficiente de autoinducción en una bobina (L)

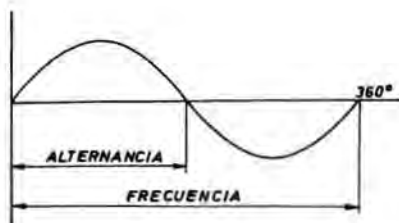
$$L = \frac{N \cdot \phi}{10^8 \cdot t} \text{ en HENRIOS}$$

Período, alternancia, frecuencia

$$F = \frac{1}{T}$$

F frecuencia

t tiempo en segundos



Valor medio de una función senoidal (Am)

$$A_m = \frac{2A_o}{\pi} \quad A_o - \text{valor máximo}$$

Valor eficaz de una función senoidal (A)

$$A = \frac{A_o}{\sqrt{2}}$$

Relación entre el valor medio y el eficaz

$$A_o = \frac{\pi}{2} A_m ; \quad A_o = \sqrt{2} \cdot A ; \quad \frac{\pi}{2} A_m = \sqrt{2} \cdot A$$

$$A = \frac{\pi}{\sqrt{2} \cdot 2} A_m = 1,11 A_m$$

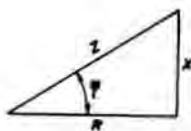
RESISTENCIAS EN CORRIENTE ALTERNA

En circuitos inductivos de corriente alterna se tienen las tres resistencias que se estudian a continuación:

- R Resistencia óhmica debida al material del conductor
- X Resistencia inductiva o simplemente reactancia, que puede ser originada por una bobina o por un condensador
- XB reactancia inductiva (bobina)
- XC reactancia capacitiva (condensador)
- Z Impedancia, Resistencia real del circuito

Triángulo de resistencias

$$\begin{aligned} X &= Z \cdot \sin \varphi \\ R &= Z \cdot \cos \varphi \\ R &= \text{lectura del ohmímetro} \\ Z &= \sqrt{R^2 + X^2} \end{aligned}$$



Ley de Ohm para alterna

$$I = \frac{U}{Z}$$

Potencias en corriente alterna

- a) Circuitos monofásicos
P – potencia activa

$$P = U \cdot I \cos \varphi \text{ en Vatios (W)}$$

Px – potencia reactiva

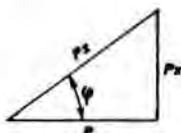
$$Px = U \cdot I \cdot \sin \varphi \text{ en Voltiamperios reactivos (V Ar)}$$

Pz – potencia aparente

$$Pz = U \cdot I \text{ en Voltiamperios (V A)}$$

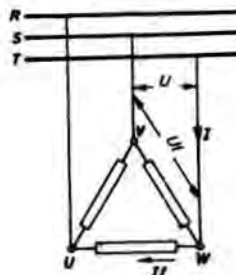
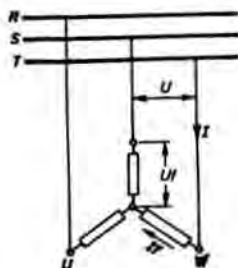
Triángulo de potencias

- b) Circuitos trifásicos
Potencia activa (P)



$$P = q \cdot U_f \cdot I_f \cdot \cos \varphi$$

q – número de fases
Uf – tensión de fase
If – intensidad de fase



En conexión ESTRELLA

$$P = 3 \frac{U}{\sqrt{3}} \cdot I \cdot \cos \varphi = \frac{3 \cdot \sqrt{3} \cdot U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{3}} \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

En conexión TRIANGULO

$$P = 3 \cdot U \cdot \frac{U}{\sqrt{3}} \cdot \cos \varphi = 3 \cdot U \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot I}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{3}} \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Tanto si el receptor está conectado en λ o Δ , la misma fórmula se utiliza para el cálculo de potencias.

Potencia activa (P)

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Potencia reactiva (Px)

$$P_x = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi$$

Potencia aparente (Pz)

$$P_z = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \quad ; \quad P_z = \sqrt{P^2 + P_x^2}$$

Energía eléctrica

Unidades prácticas:

Energía activa (E)	Kilovatio-hora (KWh)
Energía reactiva (Ex)	Kilovoltio-amperio-reactivo-hora (KVArh)
Energía aparente (Ez)	Kilovoltio-amperio-hora (KVAh).

La energía activa y reactiva se mide con contador.

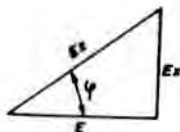
Energía en un sistema trifásico

$$\text{Energía activa} \quad E = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi}{1.000} \cdot h \text{ (KWh)}$$

$$\text{Energía reactiva} \quad E_x = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi}{1.000} \cdot h \text{ (KV Arh)}$$

$$\text{Energía aparente} \quad E = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot I}{1.000} \cdot h \text{ (KVAh)}$$

Triángulo de energía



Factor de potencia

Corresponde al valor del coseno del ángulo de desfase entre la tensión y la intensidad. Su cálculo puede hacerse en función de las resistencias, de las potencias y de las energías.

Cálculo en función de la resistencia

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z}$$

Cálculo en función de las potencias

$$\cos \varphi = \frac{P}{P_z}$$

Cálculo en función de las energías

$$\cos \varphi = \frac{E}{E_z}$$

Cálculo del factor de potencia en función de las lecturas en los contadores de energía activa y reactiva.

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{E_x}{E}$$

conocido $\operatorname{tg} \varphi$, en tablas hallar φ
conocido φ , buscar $\cos \varphi$ en tablas, (factor de potencia)

Corrección del factor de potencia

Cálculo del condensador

Potencia reactiva $KVAr = KW(\operatorname{tg} \varphi_2 - \operatorname{tg} \varphi_1)$

$\operatorname{tg} \varphi_1$ corresponde al ángulo del $\cos \varphi_1$ que se desea obtener

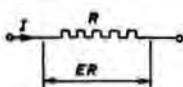
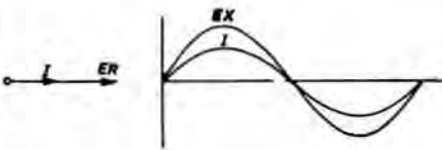
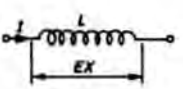
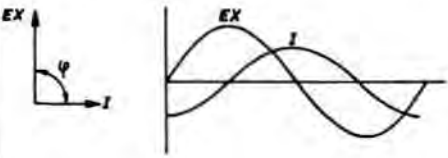
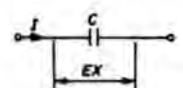
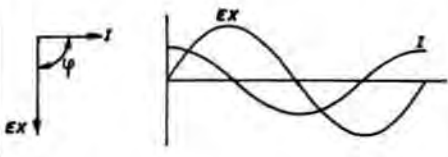
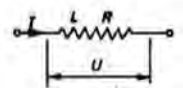
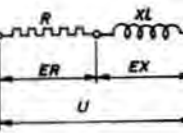
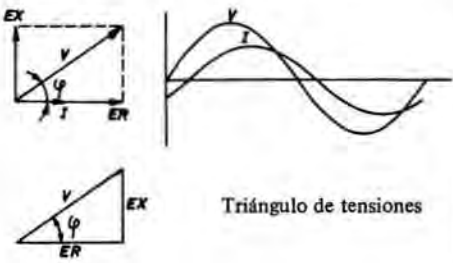
$\operatorname{tg} \varphi_2$ corresponde al ángulo del $\cos \varphi_2$ que se tenía

Valor de la capacidad

$$C = \frac{10^9 \cdot KVAr}{2 \cdot \pi \cdot F \cdot U^2} \text{ en mf}$$

Cuanto mayor sea V , menor será la capacidad. Por eso que en general se conecten los condensadores en triángulo (Δ), por recibir mayor tensión que en estrella (λ).

En estrella, los condensadores han de tener 3 veces mayor capacidad que en triángulo.

CIRCUITO	FORMULAS	GRAFICO Y OBSERVACIONES
Circuito óhmico (R) 	$I = \frac{ER}{E}$ $R = Z$ Resistencia = Impedancia	- El circuito sólo tiene la resistencia propia del conductor. - Tensión e intensidad en serie 
Circuito reactivo de autoinducción (XL) - Bobina 	$XL = 2 \cdot \pi \cdot F \cdot L \text{ en } \Omega$ XL – reactancia F – frecuencia L – coeficiente de autoinducción	- Circuito teórico al que se supone con $R = 0$ - La tensión va adelantada de la intensidad un ángulo $\varphi = 90^\circ$ 
Circuito reactivo de capacidad (XC) - Condensador 	$XC = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot F \cdot C} \text{ en } \Omega$	- Circuito teórico al que se supone con $R = 0$ - La tensión va retrasada de la intensidad un ángulo de 90°. 
Circuito reactivo  	$I = \frac{U}{Z}$ $Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$ $\cos \varphi = \frac{R}{Z}; \text{ en tablas } \varphi$ $XL = Z \cdot \sin \varphi$ $V = \sqrt{ER^2 + EX^2}$ $ER = U \cdot \cos \varphi$ $EX = U \cdot \sin \varphi$	- Circuito real formado por una bobina con resistencia óhmica (R) e inductiva (XL). - La tensión va adelantada de la intensidad un ángulo φ que puede variar entre 0° y 90°.  Triángulo de tensiones

CIRCUITO

FORMULAS

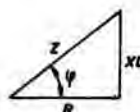
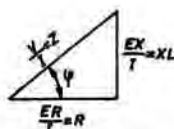
GRAFICO Y OBSERVACIONES

$$\frac{ER}{I} = R$$

$$\frac{EX}{I} = XL$$

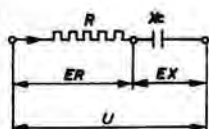
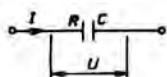
$$\frac{V}{I} = Z$$

R resistencia
XL reactancia
Z impedancia



TRIANGULO DE RESISTENCIA

Circuito reactivo



$$I = \frac{U}{Z}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XC^2}$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z}; \text{ en tablas } \varphi$$

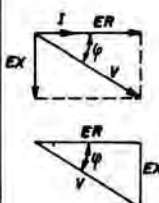
$$XC = Z \cdot \sin \varphi$$

$$V = \sqrt{ER^2 + EX^2}$$

$$ER = U \cdot \cos \varphi$$

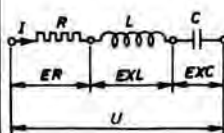
$$EX = U \cdot \sin \varphi$$

- Circuito formado por un condensador (C) con resistencia óhmica (R) y capacitiva (XC).
- La tensión va retrasada de la intensidad un ángulo φ que puede variar entre 0° y 90° .



TRIANGULO DE TENSIONES

Circuito con inductiva y capacidad en serie

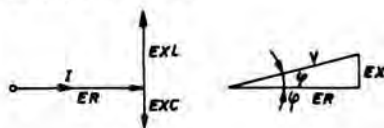


$$EX = EXL - EXC$$

$$X = XL - XC$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{EX}{R}; \text{ en tablas } \varphi$$

- Si el predominio es de XL, la tensión irá adelantada de la intensidad (caso de la figura).
- Si el predominio es de XC, la intensidad irá adelantada de la tensión.



Circuito resonante

Resistencias

$$XL = XC$$

$$2 \cdot \pi \cdot F \cdot L = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot F \cdot C}$$

$$R = Z; I = \frac{U}{Z}$$

Tensiones

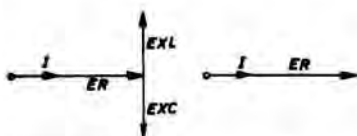
$$EXL = XL \cdot I$$

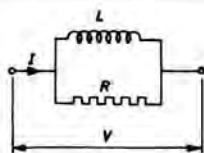
$$EXC = XC \cdot I$$

$$EXL = EXC$$

$$ER = U$$

- Un circuito formado por resistencia, bobina y condensador estarán en resonancia cuando los valores de las reactancias de autoinducción y capacidad son iguales.
- En este caso, el circuito se comporta como óhmico puro.

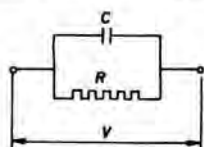




$$Z = \frac{R \cdot XL}{\sqrt{R^2 + XL^2}}$$

$$I = \frac{U}{Z}$$

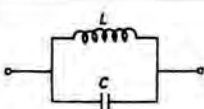
$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{R}{XL}; \text{ en tablas } \varphi$$



$$Z = \frac{R \cdot XC}{\sqrt{R^2 + XC^2}}$$

$$I = \frac{U}{Z}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{R}{XC}; \text{ en tablas } \varphi$$



Supuesto 1: $XL > XC$

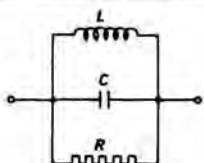
Supuesto 3: $XL = XC$

$$Z = \frac{XL \cdot XC}{XL \cdot XC}$$

$$Z = \infty \quad \varphi = 0^\circ$$

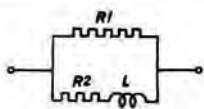
Supuesto 2: $XC > XL$

$$Z = \frac{XC \cdot XL}{XC - XL}$$



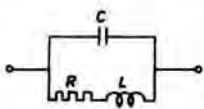
$$Z = \frac{R \cdot XL \cdot XC}{\sqrt{XL^2 \cdot XC^2 \cdot R^2 \cdot (XL - XC)^2}}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{R(XC - XL)}{XL \cdot XC}; \text{ en tablas } \varphi$$



$$Z = R_2 \sqrt{\frac{R_1^2 + XL^2}{(R_1 + R_2)^2 + XL^2}} \cdot ZL^2 = R^2 + XL^2$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{XL \cdot R_2}{R_1^2 + XL^2 + R_1 R_2}; \varphi \text{ en tablas}$$



$$Z = XC \sqrt{\frac{R^2 + XL^2}{R^2 + (XL - XC)^2}}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{XL \cdot (XC - XL) - R^2}{R \cdot XC}; \varphi \text{ en tablas}$$

CONDUCTANCIA (G)

$$G = \frac{R}{R^2 + X^2}$$

$$G = \frac{1}{R}$$

SUSCEPTANCIA (B)

$$B = \frac{X}{R^2 + X^2}$$

$$B = \frac{1}{X}$$

ADMITANCIA (Y)

$$Y = \frac{1}{\sqrt{R^2 + X^2}}$$

$$Y = \frac{1}{Z}$$

Conversión de estrella en triángulo (λ en Δ)

$$Z_{12} = Z_1 + Z_2 + \frac{Z_1 \cdot Z_2}{Z_3}$$

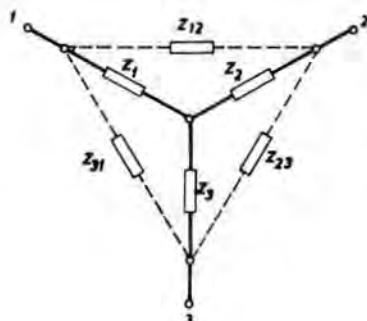
$$Z_{23} = Z_2 + Z_3 + \frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_1}$$

$$Z_{31} = Z_3 + Z_1 + \frac{Z_3 \cdot Z_1}{Z_2}$$

$$Y_{12} = \frac{Y_1 \cdot Y_2}{Y_1 + Y_2 + Y_3}$$

$$Y_{23} = \frac{Y_2 \cdot Y_3}{Y_1 + Y_2 + Y_3}$$

$$Y_{31} = \frac{Y_3 \cdot Y_1}{Y_1 + Y_2 + Y_3}$$



(λ en Δ)

Conversión de triángulo a estrella (Δ en λ)

$$Z_1 = \frac{Z_{12} \cdot Z_{31}}{Z_{12} + Z_{23} + Z_{31}}$$

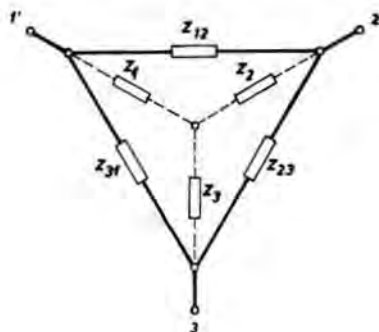
$$Z_2 = \frac{Z_{23} \cdot Z_{12}}{Z_{12} + Z_{23} + Z_{31}}$$

$$Z_3 = \frac{Z_{31} \cdot Z_{23}}{Z_{12} + Z_{23} + Z_{31}}$$

$$Y_1 = Y_{12} + Y_{31} + \frac{Y_{12} \cdot Y_{31}}{Y_{23}}$$

$$Y_2 = Y_{23} + Y_{12} + \frac{Y_{23} \cdot Y_{12}}{Y_{31}}$$

$$Y_3 = Y_{31} + Y_{23} + \frac{Y_{31} \cdot Y_{23}}{Y_{12}}$$



(Δ en λ)

WWW.AUTOAPRENDIZAJE.INFO

Séptima
EDICIÓN

Electricidad Industrial

Esquemas básicos

